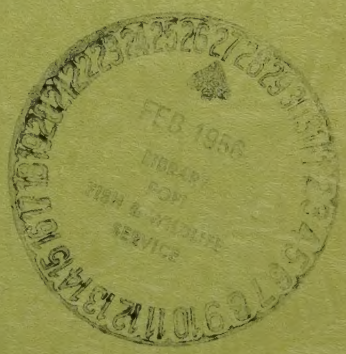
p. 17
p. 31

農林省
水産講習所研究報告

第5巻　第3号

THE JOURNAL OF THE SHIMONOSEKI COLLEGE OF FISHERIES

Vol. 5, No. 3.



農林省水産講習所
下関市吉見

(昭和30年12月発行)

Published by
the Shimonoseki College of Fisheries
Yoshimi, Shimonoseki City, Japan.
DECEMBER, 1955.

農林省
水産講習所研究報告

第5巻　　第3号

農林省水産講習所
下関市吉見

（昭和30年12月発行）

目　次

海産動物油脱臭法の研究. ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・谷　村　重　忠・・・1

マバゼに発生した紡錘形細胞肉腫の一例. ・・・・・・・・・・・・・・西　川　昇　平・・・13

ドジョウ鱗の初期発生及びその成長に就いて. ・久保田善二郎・松井　魁・坂根　宏・・・17

Report on Zooplankton Samples hauled by Larva-net during the cruise of Bikini-Expedition, with special References to Copepods.
・・Takuo CHIBA, Arao TSURUTA and Hiroshi MAEDA・・・31

工場排水中に含まれる炭酸カルシユームの浮游粒子がアコヤガイに及ぼす影響.
・・・・・・・・・・・・・・・・・小　林　　博・・・57

ヌタウナギに関する資源的調査と其考察. ・・・・・・・・・・・・・・松　沢　定　五　郎・・・67

Contents

On the Deodorization of the Marine Animal Oils.
. . . . . Shigetada TANIMURA . . . 1

A case of Spindle Cell Sarcoma Developed in the Japanese Common Goby, *Acanthogobius flavimanus* (T. et S.). . . . . Shyōhei NISHIKAWA . . . 13

On the Early Development and Growth of Scale of the Loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (CANTOR).
. . Zenziro KUBOTA, Isao MATSUI and Hiroshi SAKANE . . . 17

Report on Zooplankton Samples hauled by Larva-net during the cruise of Bikini-Expedition, with special References to Copepods.
. . . Takuo CHIBA, Arao TSURUTA and Hiroshi MAEDA . . . 31

Effects of Floating Particles of Calcium Carbonate Contained in Drainage from Industry on the Vitality of Pearl Oyster.
. . . . . Hiroshi KOBAYASHI . . . 57

Researchs on *Eptatretus burgeri* (GIRARD). . . . Jōgoro MATUZAWA. . . . 76

海産動物油脱臭法の研究※

谷　村　重　忠

On the Deodorization of the Marine Animal Oils.

By
Shigetada TANIMURA

In an attempt to ensure effective deodorization of marine animal oils by means of polymerization coupled with hydrogenation, progress of polymerization of the oils at earlier stages was first examined with the following result.

Rapid heating caused polymerization remarkable at temperatures around 250°C. Subsequent rise of temperature incessantly sped up the reaction. At a time the oil temperature read 300°C, a larger part of highly unsaturated fatty acids, which constitute major components of the oils were found transformed into lowly unsaturated fatty acids. Time required for the above change was very short.

The above finding led to adopt the following procedure. The oils were at first slightly polymerized, followed by slight hydrogenation using catalysts. Satisfactory results were obtained with all the oils tested when Raney nickel was used as catalyst. The ordinary reduced-nickel answered the purpose well when used as catalyst for deodorization of herring and whale oils but not so much for other oils.

緒　　言

海産動物油が不快なる臭気を有することは之が利用上最大の欠点であり，改善を要望される処至大である。従つてその脱臭法につき研究考案せられたもの古来枚挙にいとま無き所以である。現在最も広く行はれている水素添加法は脱臭と共に硬脂を得るもので石鹸マルガリン等の原料製造法としては殆んど完璧と云えるも製品が固体又は軟質状態となるから用途によつては不向の場合もある。之に次で良く知られている脱臭法は重合法である，而てこの方法では脱臭の程度が完全でなく且時日の経過と共に比較的短時日に臭味の戻りを見るのを欠点とする。著者は家庭の食用油を目標として液体油のまま脱臭し，而も長期間変質の憂無き製品を得んと欲し，重合法を基盤として海産動物油の脱臭法を考究した，実験に当り先づ加熱と重合との関係を検討したるに，加熱の初期に於て頗る容易に短時間内に重合反応が進行することを知りたるが故，重合と水添との併用による脱臭法を合理的と認めて試験を重ねた。その結果は所期の目的に近づき得たと信ずるに至つたから茲に成績を報告する次第である。

※ 水産講習所研究業績　第175号.

実 験 の 部

(1) 実 験 方 法

海産動物油をそのまま高温に加熱すれば，多くは著しく着色濃化し淡色の重合油を得難いから，原料油は先づ苛性ソーダ及び酸性白土を用い脱酸脱色を行つた後試験に供した。試料油約 250 g を 300 cc 容エルレンマイヤーフラスコに採り，電熱器上に加熱し温度の上昇と共に油面が上りてその表面積を漸減し，所定の温度に達した時は，油面がフラスコの首部に至り，以つて空気との接触面を成るべく狭小ならしめた。而して油温を同一温度に一定時間保持する場合は電圧調整器を用い ±3°C 以上の変化なき様調節につとめた。斯く注意して加熱し反応途中に於ても数段階に亘り分析試料を採り，之を酸価，沃素価及屈折率の測定に供し，加熱最後の試料を以て上記の外観化価，比重，粘度及び色調を試験して反応進行の状態を観察した。加熱途上に於て分析試料を採るには所定の温度に達した時スポイトを用い約 10 g を速迅に採取した。加熱時間を計上するに当つては 200°C 以下の温度は短時間内には重合反応に殆んど影響なきものと見做し，加熱及び放冷途中共に 200°C 以上に在つた時間を以て加熱時間として記載した。

水素添加は重合油約 100g を採り常圧攪拌法により処理し，最初は触媒として市販還元ニッケル，担体として活性白土及び活性炭を用い，後に至りラネーニッケルを触媒に使用した。水添温度は還元ニッケルの場合は 150°C から水素の通気を始め 185°C を標準とし，ラネーニッケルに於ては 120°C から水素の吹込みを始め 135°C を標準として処理したから水添温度は記載を略し，温度欄に触媒の使用量を示した。

(2) 実 験 結 果

実験結果は次記諸表の如し。略字は次の通りである。

P : Polymerization　H : Hydrogenation　A.V. : Acid value
Ni : Reduced nickel　R.Ni : Raney nickel　I. V. : Iodine value
C : Active carbon　E : Activated clay　S. V. : Saponification value

Wijs 溶液による沈澱有無の表現方法は沈澱の明かに認められるものを +，僅微に混濁するものを ±，全然澄明なものを − とした。

Table 1. Properties of the original and the polymerized mackerel oils.

No. of Sample	Conditions of polymerisation		A. V.	I. V. (Wijs)	Ppt by Wijs' soln	Sp. gr. d_4^{15}	Ref. Index n_D^{20}	Viscosity (Redwood Viscosimeter)		Colour (Oshima tintometer)	
	Temp. (°C)	Time (min)						30°C	50°C	Yellow	Red
Refined original oil			0.13	169.0	+	0.9276	1.4805	158	88	8	7
I	200～300(a)	45	0.77	136.2	−		1.4835				
	300(b)	30	2.01	110.5	−		1.4853				
	300(c)	60	3.42	102.8	−		1.4862				
	300(d)	90	4.63	96.2	−	0.9557	1.4870			7	6
II	200～290	80	0.77	134.7	−		1.4840				
	290	30	1.42	116.0	−		1.4850				
	290	60	2.17	107.3	−		1.4860				
	290	90	2.89	101.5	−	0.9547	1.4865			8	6

Ⅲ	200～280	54	0.50	151.0	+		1.4830				
	280	30	0.85	128.4	−		1.4841				
	280	60	1.16	118.7	−		1.4852				
	280	90	1.51	112.9	−	0.9488	1.4860			8	7
Ⅳ	200～280	34	0.62	151.0	+		1.4826				
	280	30	0.87	131.6	−		1.4842				
	280	60	1.22	120.2	−	0.9456	1.4850	732	298	9	7
Ⅴ	200～270	54	0.33	156.3	+						
	270	30	0.54	140.4	+						
	270	60	0.68	129.8	−						
	270	90	0.83	122.1	−					9	7
Ⅵ	200～270	49	0.28	155.2	+						
	270	30	0.54	137.8	±					9	8

試料Ⅰ号（a）は室温から加熱し300°Cに達した時スポイトを以て分析試料を採つたものである。沃素価の測定に際し wijs 溶液により沈澱を生じなかつた故該試料油の重要成分を為す高度不飽脂肪酸の大部分が低度不飽和酸に変化している事を知つた。（b）及び（c）は300°Cに達して後同温度に夫々30分及び60分保温したものから（a）同様に分析試料を採取したもの，（d）は300°Cで90分保温した後電熱器から容器を卸し自然放冷したものである。第1表の試験当時は放冷中に於ける反応度進行を軽視し放冷に費した時間を計上しなかつた。（a），（b），（c），（d）の順に沃素価降下の度合が低下していることを知り得るその他の試料各号に就ても同様である。即ち重合反応の速度は加熱の初期に於て著しく速かであり，加熱時間の延長と共に反応速度を緩めることが判然する。

Table 2. Properties of the original, the polymerized and the hydrogenised mackerel oils.

No. of Sample	Conditions of treatment		A. V.	I. V. (Wijs)	Ppt by Wijs' soln	S. V.	Sp. gr. d_4^{15}	Ref. Index n_D^{20}	Viscosity (Redwood Viscosimeter) 30°C	50°C	Colour (Oshima tintometer) Yellow	Red
	Temp (°C)	Time (min)										
Refined original oil			0.18	167.5	+	189.7	0.9274	1.4800	150	86	10	C
Ⅰ P	200～250	8	0.36	165.5	+			1.4802				
	250～280	5	0.63	159.9	+			1.4812				
	280～290	3	0.83	155.8	+			1.4817				
	290～300	2	1.02	150.7	+			1.4822				
	300～200	11	1.32	141.7	+		0.9358	1.4830	313	144	8.5	7
Ⅰ H	Ni 1.0%	120	1.32	139.5	±			1.4827				
Ⅱ P	～200	18	0.26	166.9	+			1.4802				
	200～250	9	0.33	165.5	+			1.4804				
	250～280	11	0.81	156.2	+			1.4814				
	280	15	1.32	141.0	+			1.4829				
	280～200	13	1.36	139.0	±	188.5	0.9340	1.4829	332	154	9	7
Ⅱ H	Ni 0.9%	120	1.33	138.7	±							
	Ni 0.9%	180	1.36	136.9	−							
Ⅲ P	200～280	23	0.68	152.7	+							
	280	30										
	280～200	12	1.13	128.9	−		0.9396		464	201		
Ⅲ H	Ni 0.7%	65	1.23	127.6	−							
Ⅳ P	200～280	25	0.86	151.3	+							
	280	10										
	280～200	12	0.95	142.4	+		0.9355		326	147		
Ⅳ H	Ni 1.0%	210	1.11	133.2	±							

V	P	200～280	14	0.65	157.7	+							
		280	10	0.93	146.1	+							
		280～200	12	1.04	143.7	+		0.9341		290	135		
	H	Ni 0.9%	180	0.96	140.9	+							
VI	P	200～250	28	0.42	160.8	+							
		250	30	0.54	154.0	+							
		250	60										
		250～200	10	0.70	148.3	+		0.9335		253	122		
	H	Ni 0.5%	90	0.70	144.3	+							

第2表の成績は第1表の場合よりも更に急熱したもので試料I号中200°Cから，300°C迄18分で達せしめたのゝ重合程度を第1表I号（a）即ち同等の温度上昇に45分を費したものと比較して稍近い結果となり，而も放冷中に沃素価9の低下を示した事は注目に値する処である。軽度重合の後普通の還元ニツケルを触媒として軽度に水添を行つたものは著しく脱臭するも尚ほ魚臭及び重合臭を僅に残存し食用に適しない。而て水添による脱臭効果は重合温度と関係なく試料各号共同様であつた。

重合反応の進むに従い沃素価，鹸化価は減少し，酸価，比重，屈折率，粘度は増大し，色調は加熱の程度により原油と同等又は濃色或は淡色となる。要するに300°C附近まで急熱しその温度に数分間保温するが如き程度の重合では食用として好ましからぬ変化は生じない。

Table3. Properties of the original, the polymerized and the hydrogenised young herring oils.

No. of Sample	Conditions of treatment		A. V.	I. V. (Wijs)	Ppt by Wijs' soln	S. V.	Sp. gr. d_4^{15}	Ref. Index n_D^{20}	Viscosity (Redwood Viscosimetr)		Colour (Oshima tintometer)	
	Temp. (°C)	Time (min)							30°C	50°C	Yellow	Red
Refined original oil			0.27	152.1	+	189.3	0.9243	1.4783	170	90	7	5.5
I P	200～250	5	0.30	151.1	+			1.4785				
	250～280	3	0.45	148.4	+			1.4787				
	280～300	6	0.93	137.2	+			1.4797				
	300	5	1.32	127.3	−			1.4805				
	300	15	1.76	112.3	−			1.4815				
	300	30	2.12	107.8	−			1.4822				
	300～200	14	2.43	106.3	−	184.9	0.9406	1.4822	627	261	8	6
I H	Ni 0.3% E 0.3%	150	2.43	102.4	−			1.4815	646	268		
II P	200～250	5	0.31	151.7	+			1.4784				
	250～280	5	0.60	147.3	+			1.4789				
	280～300	7	1.19	135.0	+			1.4801				
	300	5	1.56	126.1	−			1.4807				
	300	10	1.75	119.9	−			1.4809				
	300～200	14	1.80	118.0	−			1.4811	422	240	8	6
II H	Ni 0.5%	150	1.75	113.9	−			1.4805				
III P	200～250	4										
	250～280	3										
	280～300	4	1.00	139.4	+			1.4800				
	300	5	1.47	128.3	−			1.4808				
	300～200	11	1.50	126.2	−		0.9319	1.4808	328	154	8	6
IV P	200～250	5										
	250～290	9	1.01	142.6	+							
	290	5	1.27	136.1	+							
	290	5	1.49	129.6	±							
	290	5	1.63	123.6	−							
	290～200	13	1.68	122.5	−		0.9339		353	171		

V	P	200～280	12	0.68	146.2								
		280	10	1.15	137.9								
		280	20	1.35	131.2	±							
		280	30										
		280～200	11	1.58	125.0	−		0.9338		345	158		
VI	P	200～270	9	0.48	148.9	+			1.4788				
		270	15	0.98	140.7	+			1.4795				
		270	30	1.12	134.1	+			1.4799				
		270	45	1.32	128.5	±			1.4800				
		270	60										
		270～200	10	1.38	122.6	−	186.8	0.9326	1.4810	383	172		
	H	Ni 0.5%	150	1.30	122.3	−			1.4810	381	175		
		Ni 0.5% E 0.5%	150	1.30	120.7	−			1.4810				
VII	P	200～250	6	0.33	151.3	+			1.4781				
		250	30	0.71	145.1	+			1.4790				
		250	60	0.87	139.7	+			1.4793				
		250	90	0.99	136.3	+			1.4799				
		250	120										
		250～200	8	1.04	131.4	+			1.4801				
	H	Ni 0.4%	180	0.97	130.3	±			1.4805				
		Ni 0.4%	150	0.92	130.2	±		0.9309	1.4804	295	139	8	6
VIII	P	200～250	6	0.37	151.4	+			1.4785				
		250	60	0.95	140.5	+			1.4798				
		250	120	1.07	132.7	+			1.4806				
		250	150										
		250～200	8	1.14	128.1	±	187.1	0.9314	1.4808	335	152	8	6
	H	Ni 0.5%	150	1.32	125.7	−							

第3表小鰊油に於ても重合の進行状態及び脫臭の程度は前表鯖油の場合と特に異る点を認めず。

Table 4. Properties of the original, the polymerized and the hydrogenised "hoshizame" oils.

No. of Sample	Conditions of treatment			A. V.	I. V.	Ppt by Wijs' soln	S. V.	Sp. gr d_4^{15}	Ref. Index n_D^{20}	Viscosity (Redwood Viscosimetr)		Colour (Oshima tintometer)	
		Temp. (°C)	Time (min)		(Wijs)					30°C	50°C	Yellow	Red
Refined original oil				0.12	181.5	+	186.1	0.9290	1.4822	144	82	7	7
I	P	200～250	5	0.19	179.4	+			1.4822				
		250～280	4	0.34	175.2	+			1.4830				
		280～300	8	0.72	155.9	+			1.4848				
		300	5	1.08	142.4	+			1.4857				
		300～200	14	1.21	137.0	−	185.6	0.9422	1.4860	476	211	9	7
	H	Ni 0.25%	120	1.05	134.6	−				505	217	8	6
		Ni 0.28% C 0.5 %	120	1.13	135.6	−						8	7
II	P	200～250	16	0.29	178.1	+							
		250～280	12	0.55	168.8	+							
		280～300	11	0.88	147.5	+							
		300～200	15	1.10	141.0	−		0.9415		444	162	9	7
	H	Ni 0.1% C 0.5%	120	1.15	138.0	−						7	6
		Ni 0.2% C 0.5%	120	0.96	137.9	−						7	6

Ⅲ	P	200~280	36	0.64	159.8	+							
		280	10	0.83	149.9	+							
		280	20	0.98	140.7	−							
		280	30	1.17	134.6	−							
		280	40	1.33	128.7	−							
		280~200	14	1.37	126.5	−		0.9484		657	296	9	7
	H	Ni 0.3% C 0.5%	120	1.25	126.3	−						7	5
		Ni 0.3% C 0.5%	60	1.35	126.9	−						8	6
Ⅳ	P	200~280	24	0.58	166.8	+							
		280	10	0.75	156.6	+							
		280	25	0.95	144.1	±							
		280~200	12	1.04	140.4	−	182.5	0.9407		421	186	9	7
	H	Ni 0.2%	90	1.02	139.3	−						8	6
		Ni 0.2% C 0.4%	90	1.00	140.1	−						8	6
Ⅴ	P	210~260	15	0.38	177.1	+							
		260	30	0.64	164.4	+							
		260	60	0.85	152.9	+							
		260	90	1.01	144.3	±							
		260~200	9	1.01	142.6	±		0.9420		440	193	9	7
	H	Ni 0.5%	120	0.97	141.3	−						7	5
		Ni 0.5% C 0.4%	120	0.97	141.5	−						8	6
Ⅵ	P	200~300	13										
		300	5										
		300~200	12	1.22	142.5	−							
	H	R.Ni 1.0%	120	1.11	141.3	−							
Ⅶ	P	200~280	39										
		280	40										
		280~200	10	1.50	131.4	−							
	H	R.Ni 1.0%	180	1.39	130.0	−							

Table 5. Properties of the original, the polymerized and the hydrogenised sardine oils.

No. of Sample	Conditions of treatment		A. V.	I. V. (Wijs)	Ppt by Wijs' soln	S. V.	Sp. gr. d_4^{15}	Ref. Index n_D^{20}	Viscosity (Redwood Viscosimetr)		Colour (Oshima tintometer)	
									30°C	50°C	Yellow	Red
Refined original oil			0.19	180.4	+	190.4	0.9303		150	83	7	6
Ⅰ P	200~280	9	0.57	173.7	+							
	280~300	3	1.27	162.9	+							
	300	5	1.83	146.8	±							
	300~200	14	2.48	140.2	−	189.4	0.9433		450	195	7	6
H	Ni 0.2%	120	2.20	137.3	−							
	Ni 0.2% C 0.3%	120	2.22	137.2	−							

Ⅱ	P	200～300	13										
		300	5										
		300～200	13	2.54	140.9	−		0.9420		444	203	7	6
	H	Ni 0.3%	120	2.40	138.7	−							
		Ni 0.4%	150	2.41	139.0	−							
Ⅲ	P	200～250	6	0.31	179.0	+							
		250～290	14	1.63	158.3	+							
		290	10	1.96	142.1	−							
		290～200	14	2.02	137.7	−	188.8	0.9448		506	216	7	5.5
	H	R.Ni 0.9%	120	1.86	135.9	−							
		R.Ni 0.9%	120	1.91	136.3	−							
Ⅳ	P	200～260	18	0.56	173.9	+							
		260	30	1.06	160.1	+							
		260	60	1.39	156.7	+							
		260	90										
		260～200	10	1.66	140.1	−		0.9455		529	237	7	5.5
	H	R.Ni 1%	150	1.86	138.4	−							
Ⅴ	P	200～250	10	0.39	177.1	+							
		250	30	0.91	169.5	+							
		250	60	1.21	161.1	+							
		250	90	1.44	155.2	+							
		250～200	9	1.44	153.8	+	189.2	0.9388		304	141	7	5
	H	R.Ni 0.8%	120	1.29	150.2	+							
		R.Ni 0.8%	120	1.24	149.2	+							

第4表星鮫油及び第5表鰮油の試験成績も前掲諸表の成績と同様であるが，Raney nickel を触媒として水添したものは脱臭効果甚だ良好である。

なお両表共屈折率の空欄は屈折計の不調によるものである。

Table 6. Properties of the original, the polymerized and the hydrogenised herring oils.

No. of Sample	Conditions of treatment		A. V.	I. V.	Ppt by Wijs'	S. V.	Sp. gr.	Ref. Index	Viscosity (Redwood Viscosimetr)		Colour (Oshima tintometer)	
	Temp. (°C)	Time (min)		(Wijs)	soln		d_4^{15}	n_D^{20}	30°C	50°C	Yellow	Red
Refined original oil			0.38	97.9	+	186.5	0.9163	1.4717	223	107	9	7
Ⅰ P	200～250	4	0.41	97.0	+			1.4720				
	250～280	4	0.60	95,6	+			1.4722				
	280～300	8	1.11	90.3	−			1.4725				
	300	5	1.33	88.3	−			1.4728				
	300～200	12	1.35	87.4	−	185.9	0.9192	1.4728	288	136	9	7
Ⅰ H	Ni 0.3% E 0.3%	150	1.28	86.0	−			1.4725				
	Ni 0.3% E 0.3%	120	1.28	86.6	−			1.4727	297	136		
Ⅱ P	200～250	5	0.45	97.3	+			1.4720				
	250～300	17										
	300～200	12	1.22	89.1	−			1.4728			9	7
Ⅱ H	Ni 0.25%	120	1.15	86.5	−			1.4725				
	Ni 0.25%	150	1.13	87.1	−							

Ⅲ	P	200～250	4										
		250～280	4										
		280～300	7										
		300～200	12	1.12	89.8	−							
	H	Ni 0.25%	150	1.06	88.9	−							
		Ni 0.17%	120	1.05	88.7	−							
Ⅳ	P	200～250	9										
		250～280	8										
		280～300	8	1.19	89.5	−							
		300～200	17	1.31	87.2	−		0.9201		291	146	8	6.5
	H	R.Ni 0.9%	120	1.29	86.5	−							
		R.Ni 0.9%	120	1.28	86.5	−							
Ⅴ	P	200～250	7										
		250～280	9										
		280～300	9										
		300～200	13	1.32	88.7	−	186.4						
	H	R.Ni 0.5%	180	1.25	87.3	−							
		R.Ni 0.8%	180	1.31	87.4	−							
Ⅵ	P	200～250	6										
		250～280	8	0.92	94.9	+							
		280	30	1.39	87.5	−							
		280～200	12	1.47	86.7	−	185.8	0.9199		309	143	9	7
	H	R.Ni 0.8%	120	1.40	85.5	−							
		R.Ni 1.0%	120	1.29	85.2	−							
Ⅶ	P	200～250	7	0.44	96.6	+			1.4720				
		250	60	0.88	93.3	±			1.4723				
		250	90	0.93	92.0	−			1.4725				
		250	120										
		250～200	8	1.00	89.8	−		0.9192	1.4725	269	133	9	7
	H	Ni 0.3% E. 0.3%	120	0.84	88.1	−			1.4725				
		*F.Ni 0.3% E 0.3%	120	0.73	84.7	−			1.4723				
Ⅷ	P	200～250	11	0.47	96.8	+			1.4720				
		250	60	0.91	93.2	±			1.4724				
		250	90										
		250～200	8	0.97	91.3	−		0.9178	1.4724	264	123		
	H	Ni 0.25%	120	0.92	90.5	−			1.4724	264	122		
		Ni 0.25% E 0.25%	120	0.95	90.2	−			1.4724				

* F. Ni. は flake nickel である。

Table 7. Properties of the original, the polymerized and the hydrogenised whale oils.

No. of Sample	Conditions of treatment: Temp. (°C)	Conditions of treatment: Time (min)	A. V.	I. V. (Wijs)	Dpt by Wijs' soln	S. V.	SP. gr. d_4^{15}	Ref. Index n_D^{20}	Viscosity (Redwood Viscosimetr) 30°C	Viscosity (Redwood Viscosimetr) 50°C	Colour (Oshima tintometer) Yellvw	Colour (Oshima tintometer) Red
Refined original oil			0.14	107.7	+	194.7	0.9204	1.4718	185	96	9	8

I	P	200～250	7	0.17	106.9	+			1.4723				
		250～280	8	0.35	105.5	+			1.4726				
		280～290	4	0.47	103.6	+			1.4728				
		290～300	3	0.68	101.3	+			1.4728				
		300	10	1.12	96.0	−			1.4732				
		300～200	12	1.13	95.3	−	194.4	0.9245	1.4733	250	124	9	7
	H	Ni 1.0%	90	1.09	93.6	−			1.4731				
		Ni 1.0% E 1.0%	120	1.33	94.2	−			1.4731				
II	P	200～250	7	0.22	107.4	+			1.4724				
		250～280	6	0.42	105.7	+			1.4724				
		280～300	6	0.74	102.4	+			1.4726				
		300	10	1.25	97.0	−			1.4732				
		300～200	13	1.32	96.1	−		0.9241	1.4732	250	123	9	7
	H	Ni 0.8%	120	1.39	95.1	−			1.4732				
		Ni 0.5% E 0.5%	120	1.57	95.4	−			1.4734				
III	P	200～300	18										
		300	10										
		300～200	14	1.53	94.5	−							
	H	Ni 1.0%	60	1.47	94.3	−							
		Ni 0.5%	180	1.58	94.0	−							
IV	P	200～250	6	0.17	106.8	+			1.4723				
		250～270	5	0.27	106.5	+			1.4723				
		270～290	8	0.52	103.4	+			1.4725				
		290	15	0.93	97.0	−			1.4733				
		290～200	12	1.03	96.9	−			1.4733			9	7
	H	E 2.0%	120	1.81	95.8	−			1.4733			8.5	7
		E 2.5%	120	1.94	95.5	−			1.4733			8.5	7
V	P	～200	16	0.15	107.5	+			1.4718				
		200～250	6	0.18	107.5	+			1.4718				
		250～280	7	0.34	105.5	+			1.4723				
		280	15	0.71	100.6	+			1.4728				
		280	30		97.6	−			1.4730				
		280～200	10	0.96	96.9	−	194.5		1.4731			9	6.5
	H	Ni 0.5% E 1.0%	90	1.16	95.8	−			1.4731			8.5	7
		Ni 0.3% E 1.0%	120	1.37	96.3	−			1.4731				
VI	P	200～250	6	0.21	107.2	+			1.4723				
		250～270	6	0.30	106.2	+			1.4725				
		270	15	0.56	103.2	+			1.4729				
		270	30	0.70	100.9	+			1.4731				
		270～200	11	0.70	100.3	±		0.9227	1.4731	221	109	9	7
	H	E 2.0%	120	1.38	99.8	±			1.4731				
		Ni 0.1% E 0.5%	120	1.13	99.8	±			1.4731				
VII	P	200～300	21										
		300～200	12	1.16	92.4	−							
	H	R. Ni 0.7%	120	1.15	90.9	−							

Ⅷ	P	200～280	12										
		280～200	10	0.99	94.8	−							
	H	R.Ni 0.7%	180	0.88	93.5	−							

第6表鰊油，第7表鯨油は海産動物油としては低沃素価の種類に属するから，従って加熱による沃素価降下の数値が他の前掲魚油に比し著しく小であることは当然であるも，重合反応の進行状態には別に異変を認めない。而て水添による脱臭は他の魚油と異り還元ニツケルを触媒とする場合にも満足に近い結果を認められ，ラネーニツケルを使用した時は更に一層優良な成績が得られた。

Table 8. Properties of the original, the polymerized and the hydrogenised Antarctic whale oils.

No. of Sample	Conditions of treatment		A. V.	I. V.	Dpt by Wijs' soln	S. V.	Sp. gr. d_4^{15}	Ref. Index n_D^{20}	Viscosity (Redwood Viscosimetr)		Colour (Oshima tintometer)	
	Temp. (°C)	Time (min)		(Wijs)					30°C	50°C	Yellow	Red
Refined original oil			0.23	112.6	+	195.1	0.9203	1.4727	179	92	9	8
Ⅰ P	200～250	7	0.24	112.1	+			1.4727				
	250～280	7	0.45	109.5	+			1.4730				
	280～300	11	0.93	102.4	−			1.4737				
	300	10	1.31	96.3	−			1.4741				
	300～200	14	1.38	95.2	−	194.5	0.9263	1.4743	278	133	10	0
Ⅰ H	Ni 0.5%	120	1.36	93.1	−			1.4739	285	135	10	8
	Ni 0.5%	180	1.38	89.1	−			1.4734	297	137	10	8
Ⅱ P	200～250	4	0.29	111.3	+			1.4728				
	250～280	4	0.46	108.7	+			1.4731				
	280～300	4	0.87	105.3	+			1.4736				
	300	10	1.26	97.3	−			1.4741				
	300～200	13	1.54	96.7	−	194.5	0.9250	1.4743	267	128		
Ⅱ H	Ni 0.4%	150	1.50	94.3	−			1.4735				
Ⅲ P	200～250	28	0.35	110.8	+			1.4734				
	250～280	16	0.46	107.0	+			1.4737				
	280～300	20	1.01	97.0	−			1.4744				
	300	20	1.84	89.8	−			1.4749				
	300～200	20	1.93	89.3	−		0.9290	1.4749	338	151	10	8
Ⅲ H	Ni 0.5%	150	1.88	83.3	−			1.4745				
Ⅳ P	200～250	4	0.26	111.7	+			1.4727				
	250～280	12	0.56	107.6	+			1.4730				
	280	10	0.70	104.3	+			1.4735				
	280	30										
	280～200	10	1.02	97.8	−	194.3		1.4740				
Ⅳ H	Ni 0.3% E 0.3%	150	1.93	95.0	−			1.4739				
	Ni 0.2% E 0.2%	150	1.91	96.8	−			1.4739				

第8表南氷洋鯨油は還元ニツケルを触媒とした場合のみで試料を消費しつくした為めラネーニツケルを試験するに至らなかつたが同様の結果を得られることは疑無き処である。

要　　約

海産動油物を重合法と水添法との併用により脱臭せんとして数種の魚油及び鯨油につき試験

を行つた。

著者は先づ海産動物油の加熱初期に於ける重合反応の進行状態を検討した。その結果魚油及び鯨油を急激に加熱すれば250°C位から重合反応が顕著となり，それより温度の上昇するにつれ刻々に反応速度を増し，油温が約300°Cに達した時には油の重要成分をなす高度不飽和脂肪酸の大部分が既に低度不飽和脂肪酸に変化している事が判明し，この程度の重合に要する時間は頗る短少であることを知つた。この事実に基き試料油に先づ軽度の重合を施し，次に沃素価の低下を僅少に止める如く水添を行つた。触媒として普通の還元ニッケルを用いた場合は鯨油及び鰊油以外の魚油にあつては脱臭程度尚ほ不完全であるが，ラネーニッケルを用いれば魚油鯨油共に微かに重合臭を残すも魚臭は全く感知し得ないまでに脱臭される事を確認した臭味の戻りについては沃素価の最も高い鰮油の場合満5カ月を経過したに過ぎざる今日明言は出来ぬが現在何等の異常を認めぬから更に長期の保蔵性を予想する。従つて他の沃素価のより低い魚油及鯨油は同等またはより以上の保存に堪えるものと考察する次第である。

マハゼに発生した紡錘形細胞肉腫の1例※

西　川　昇　平

A case of Spindle Cell Sarcoma Developed in the Japanese Common Goby, *Acanthogobius flavimanus* (T. et S.).

By
Shyōhei NISHIKAWA

A saddle-shaped grown on the trunk juxtaposed at the second dorsal fin of the Japanese common goby, *Acanthogobius flavimanus* (T. et S.), was examined histologically.

1). The tumour is composed of a lot of spindle like cells supported by scantily developed fibrous tissue.

2). The tumour was observed undergoing degeneration in its upper part. It was found transforming muscular tissue in its deeper portion, changing the characteristically poligonal cross-section of muscle bundles into circular to oval ones until they are completely disintegrated.

3). Newly formed blood vessels were few. None of the cells was detected in process of division.

4). Judging from the above characters, this tumour may be called a spindle cell sarcoma. But its genesis is unknown.

緒　　言

邦産マハゼの腫瘍については宮崎（1940）[7]が報告し，体長の大なるものには見受られない所より，相当悪性のものであろうと推論した，又市川（1954）[3]は腫瘍の為に起る鱗の異常について詳細な報告を行つた。最近岩下（1955）[1]は本種の腫瘍について興味ある考察を進めているが何れも成熟型の上皮性の腫瘍についてである。著者は本種に非上皮性の腫瘍の発生した1例を検査する機会を得たので，その組織的所見の大要を報告する。

供試魚は1953年10月25日，下関市吉見町漁港内で採集されたもので，直に10%ホルマリン液で固定したものを 8～10μ のパラフィン切片とし，Heidenhain's-iron-Haematoxylin, Delafild's Haematoxylin-eosin, 及び van Gieson 等の染色標本を作製し，又無染色のものを5%燐モリブデン酸液で処理し* 及び無処理のものを Balsam に封じ位相差顕微鏡（BM）で観察した。

本研究に当り有益な御助言及び原稿の御校閲を賜つた本所教授松井魁博士，又腫瘍組織標本の精査の労をとられた九州歯科大学教授高野義臣博士に深甚の謝意を表する。

尚標本を提供された下関市役所水産課村上嘉明氏に謝意を表する。

※ 水産講習所研究業績 第179号.

* 水平敏知. 1953. 位相差顕微鏡による切片，特に超薄切片の観察，科学. Vol. 23. No .29.

観察結果

1) 肉眼的所見

本魚は体長 13.2 cm，体重 36.4 g の雌で，腫瘍は第2背鰭の先端基部の左右に鞍状に発生し，その大きさは左側縦 20.5 mm，横 13.0 mm，高さ 5.5 mm，右側縦 21.5 mm，横 22.0 mm，高さ 3.0 mm で多数の小突起より成り，その表面は潰瘍状を呈し，左側は小数の大形の突起より成つている。膨隆部は鱗を欠き，その色彩は灰白色で健康組織より軟弱の感がある。中央部の切断面は灰白色で，上部は周囲健康組織と明瞭に区別されるが深部においては区別し難い。解剖検査の結果は内臓諸器官の異常，転移形成及び寄生体は観察されなかつた。(Fig. I)。

Fig. 1. The external view of a tumour grown upon the dorsal part of the Japanese common goby, *Acanthogobius flavimanus* (T. et S.).

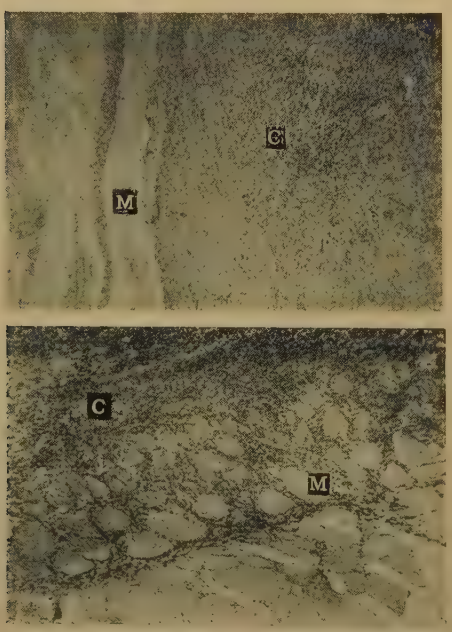


Fig. 2. A, B. Showing a cross-section of the tumour tissue. X 450. M.Muscle ; C. Group of tumour cells.

2） 顕微鏡的所見（Fig. 2 A, B）.

腫瘍組織は上皮直下より筋肉組織内に達し，その組織成分は紡錘形及び円形の腫瘍細胞と一定の方向に走行する繊維性組織より成り，深部に近附くに随つて腫瘍細胞に浸潤されつつある筋肉組織が認められる。その存在の割合は腫瘍組織の位置によつて相違するが，構造は比較的簡単である。膨隆部の表皮は肥厚し，各細胞は正常部の細胞に比較して扁平でなく，円形又は多角形を示す，此現象は右体側において著しく，又各所に上皮の破壊，脱落が認められる。

上皮直下の腫瘍組織は広範囲に亘り組織の変性，所謂乳糜状組織の所見を示すが腫瘍細胞の核及び新生された血管中の赤血球には特有な変化は顕著に認められない。此所見よりまだ変性初期のものと考えられる。上述以外の深部腫瘍組織は一定の方向に走る繊維性組織と腫瘍細胞より成り，繊維性組織内に繊維芽細胞を認めるが，少数で分化したものは認められず，組織自体も少量である。

腫瘍細胞は繊維性組織間，筋肉組織周辺に密集し，円形，紡錘形の核を有する細胞より成るが，主として紡錘形の核を有する細胞が大部分を占める。其細胞の形態は不明瞭であるが，Chromatinに富み，核の大きさは 4.5～7.5μ×2.5～4.5μ 程度である。尚所々に崩壊筋繊維束が見られ，之等には腫瘍細胞に浸潤され，次第に固有の染色能力を失つたものが認められる。此部分には多核細胞も相当観察される。筋肉組織の横断面を観察すると筋間結合組織に腫瘍細胞が浸潤し，増殖を行つて，更に除々に筋繊維束を浸潤する為，魚類特有の筋繊維束横断面は崩壊し，小形の円形又は楕円形となり，消失する一連の過程が明瞭に観察される。左右両腫瘍組織の連絡部である背鰭下部の筋肉組織は前述の両側組織と同様の所見を呈し，骨組織は其周辺を腫瘍細胞により浸潤されたものが認められるが，其程度は軽微である。血管の新生は一般に少く，細胞分裂は観察されなかつた。

考察及び結論

以上の事実より，本新生組織は上皮直下の結合組織内に発生し，周辺組織に対し浸潤性に発育しつつあつた悪性の腫瘍であると考えられる。又其構成を見るに繊維性組織は少量で，実質細胞は主として紡錘形細胞より成る単純なものであり，基質組織との関係から非上皮性のものである点より，本腫瘍を紡錘形細胞肉腫と査定するのが妥当であると考える。

本腫瘍組織中には腫瘍細胞に浸潤，破壊されつつある筋繊維束片が見られ，然も一部に変性の初期のものが認められ，又血管の新生の比較的少い事より，急速に発育したものと推察される。発生原因は右体側の膨隆部の上皮が潰瘍状になつている処より，外傷が一因となつたものかも知れないが，然し又吉田（1953）[11]は魚類においては，或種の雑種に黒色腫が容易に生じ，又其遺伝子の分析も行われている事を報告して居り，一方タール癌の発生は自然発生癌の発生とは無関係であると云う事及びマハゼにおいては腫瘍の発生した個体の多い事等の点から遺伝による場合も考えられるが，本例における発生原因は不明である。

左右両側の腫瘍の関係は中間部，即ち背鰭直下の組織への浸潤状態より見るに，両組織は独立したものではなく，左右何れかに発生したものが他方へ転移したものであると考えられる。

本例においては上皮細胞の異常肥大は認められるが，市川（1954）の報告した様な鱗の異常は認められなかつた。尚魚類の腫瘍細胞の分裂については高橋（1932）は皆無ではなく，4例について明瞭な核分裂像を観察して居り，分裂像の有無により良，悪性の決定は出来ないと報

告しているが，他の大部分の報告は総て観察されていない。此事は魚類の細胞が他の動物の細胞に比較して非常に小形である事，及び組織の固定の良否に起因するものであろう。

摘 要

1．マハゼの第2背鰭前方基部の軀幹部に鞍状に発生した腫瘍を組織学的に検査した。
2．腫瘍組織は主として紡錘形細胞と少量の繊維状組織より成る。
3．腫瘍上部は変性が認められるが，下部は筋肉組織を浸潤増殖する。
4．本腫瘍を紡錘形細胞肉腫と査定した。然し其発生原因は不明である。

文 献

1） 保科利一：1952．魚類の腫瘍4例に就いて，魚雑．**2**（2）81～88.
2） 市川竜資：1954．腫瘍に依る鱗の異常に就いて，魚雑，**3**（3，4，5），188～192.
3） 岩下政義：1955．ハゼの腫瘍，採集と飼育，**17**（2），50.
4） 小室英夫：1933．胃壁肉腫の細胞学的攻察大阪回生病院臨床集報，**18**（3），24～31.
5） ――――：1937．肉腫細胞の細胞学的性状，日本病理学会誌，27，3～6.
6） 西川昇平：1954．魚類の腫瘍，採集と飼育，**16**（8），236.
7） 高橋敬二：1925．魚類腫瘍の研究，癌，**19**（2），1～47.
8） ――――：1929．魚類腫瘍の研究（続報），動雑，**41**（490～491），374—376,
9） ――――：1929．Studie über Fischgeschwulste, Zeitschr. f. Krebsforsch., xxlx, 1～73.
10） ――――：1932，邦産魚類腫瘍に就いて，動雑，**44**（530），480～485.
11） 吉田俊秀：1953．癌の遺伝，科学，**23**（12），635～635.

ドジョウ鱗の初期発生及びその成長に就いて※

久保田善二郎・松　井　　魁・坂　根　　宏

On the Early Development and Growth of Scale of the Loach, *Misgurnus anguillicaudatus* (CANTOR)

By
Zenziro KUBOTA, Isao MATSUI and Hiroshi SAKANE

Early development, growth and shaped varance of scale of the loach caught in the river of Nagata, Yoshimi, Shimonoseki City, were studied, with the following results.

The scale makes its appearance at a stage 1.91cm in length, and the scale armour is complete when body is 2.7～3.0 cm long. The scale is first formed in central region of trunk intermediate between posterior margin of opercle and insertion of dorsal fin. This region of scale development extends forward and backward as fish grows. Two other regions of scale formation are evidently seen on the trunk above anal fin when fish attains 2.38～2.48 cm in body length, on upper and one on lower. Of all bodily parts, both the upper and lower portions of caudal peduncle are the slowest in scale formation (Fig. 3).

The scale coefficient is understood here to imply either ratio of scale length or width to body length. The relation between scale coefficient to body length is represented by a carved line when fish is small (Figs. 5 and 6), but the coefficient becomes constant in specimens over 8 cm in length. Thus formulae representing ratios of scale length and width to body length more than 8 cm are given (Table 5). The scale is more roundish in the anterior part but slenderer in the posterior part of body.

Relations between the length and width of scale and number of circuli is represented by straight lines (Fig. 10).

The regeneration rate of scale is larger in posterior part than in anterior part of body (Table 6).

The relation between the length of scale ($S\mu$) and number (Y) of annual rings is expressed by $S=419.5Y^{0.6232}$.

緒　　言

ドジョウの鱗に関して，小林[5-10]は鱗の構造及びそれに基づく種の類縁関係を論じ，又筆者等[13]は鱗長と体長との関係について報告した。然しドジョウの鱗の初期発生に関しては，

※ 水産講習所研究業績　第181号.

未だ何も報告されていない。鱗の発現する時期，部位及びその後の発達に関する知識は，年令査定の基礎として重要であると思い，この研究に着手した。稿を草するに当り，測定に御助力下された前田守也氏に感謝する。

材料及び方法

実験材料は1952年7月より1954年8月に亘る間に，山口県下関市吉見町の永田川及びそれに附帯する水田に於いて，掬網，又は竹製の栓を使用して採捕し，10%ホルマリン溶液にて固定したものである。

実験方法は，第1図に示す5区域の15の部位について観察，測定を行つた。

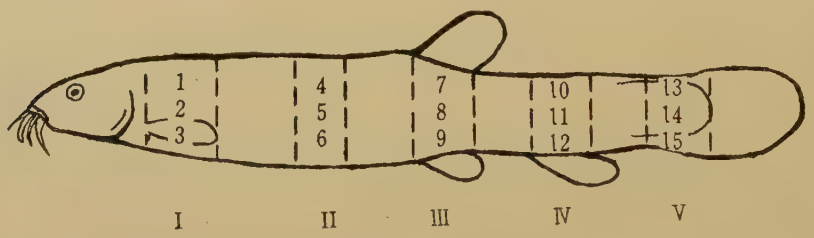


Fig. 1. Showing positions of scale sampling.

鱗の発現については，上記の部位に於いて鱗の有無を確め，発鱗部では，各部5枚の鱗の鱗長及び鱗幅をミクロメーターで測定した。ここでいう鱗長とは鱗の被鱗部の前縁より露出部の後縁迄の長さ，鱗幅とは鱗長に直交する最大幅である。

鱗の形状及びその成長については，各部位から20枚の鱗を無作為に摘出して，その鱗長，鱗幅，隆起線数を測定した。尚この場合の鱗長は，核の中心から被覆部の前縁迄の距離である。測定鱗は完全鱗のみとし，再生鱗と認められるものは除外した。

実験結果

A. 鱗の発現

体長と鱗の有無及び鱗長，鱗幅との関係を第1表に示した。この表によれば，鱗を有する最小魚の体長は，19.1mmで，これより小さい材料では，鱗を全く発見出来なかつた。

本実験に於ける被鱗完了の最小体長は，28.5 mmであつたが，実験Bでは27.0 mmの個体を見出している（第2表）。それ故鱗が最初に出現してから，体の全般に亘つて被鱗の完了する迄に，体長は8～9mm増大していることになる。

第1表から鱗の発現の有無及びその大きさを基礎として，各部位に於ける鱗の発生順位を推定すれば，第2図の通りとなる。即ち鱗は鰓蓋後端と脊鰭前端との中間部，側線上に発生し，それから前後に拡り，次に臀鰭基底附近の体側上部及び下部に及び，更にそれ等は前方に拡大して，尾柄部は最も遅れて発鱗する。尚体長17.0 mm及び21.0 mmの個体について，鱗袋附近の組織を検した所，前者では鱗は見られなかつたが，後者では第3図に示した様に，鱗袋中に明かに認められた。

B. 鱗の形状及びその成長

1．鱗長及び鱗幅と体長との関係：体長27 mmより120 mmに亘る個体の各部位別平均鱗

Table 1. Relation between body length (cm) and size (μ) of scale collected from respective parts : L, length of scale; B, breadth of scale.

Position of body / Body length	1	2	3	4	5	6	7
	L×B	L×B	L×B	L×B	L×B	L×B	L×B
1.60							
1.83							
1.87							
1.90							
1.90							
1.91		113×197			99×141		
1.95		99×155			99×169		
1.98					70×127		
1.98		113×183			84×127		
2.05		99×169			84×155		
2.10		123×197			141×211		
2.10		113×183			141×211		
2.11		113×169			99×155		
2.32		113×183			169×211		
2.38		183×197			197×225		56× 56
2.41		113×197			169×197		
2.45		113×183			155×211		
2.59		141×197			169×239		40× 60
2.64	99×141	183×268		99×113	197×296		113×169
2.70	99×113	183×253		113×169	197×268		
2.73	113×127	197×296		127×169	183×268		113×141
2.83	113×155	211×324		113×169	211×296	99×113	113×155
2.85	155×211	211×338	141×239	127×183	253×324	141×225	155×197
2.88	113×127	183×282	169×352	123×181	211×268		
3.02	155×211	225×324	141×211	169×239	253×296	155×197	169×197
3.10	197×282	239×352	183×225	183×239	282×352	183×225	211×239
3.40	183×253	211×310	141×211	183×225	268×338	183×225	183×211

8	9	10	11	12	13	14	15
L×B	L×B	L×B	L×B	L×B	L×B	L×B	L×B
84×113			70×127				
113×155			84×113				
56× 99							
			99×113				
84×127							
127×183			127×155				
127×169			113×141				
99×141			84×113				
169×225			169×183			141×155	
197×225		56× 70	169×197			141×155	
169×211			197×225			169×183	
155×197		169×211	169×183	155×197		141×155	
197×239		56× 56	183×211	40× 56		141×155	
183×253			183×211			141×155	
155×211			183×211			141×169	
183×225		56×113	169×211	127×141		113×141	
211×253	155×211	127×141	197×211	169×211		155×169	
253×296	155×211	155×183	253×268	169×211	141×169	183×183	127×141
197×253		127×155	183×225			127×141	
253×282	169×211	169×183	268×253	211×239	155×155	197×169	155×169
258×310	239×282	211×225	282×296	225×239	155×169	239×197	211×225
253×310	169×239	197×225	282×282	225×253	197×197	239×225	141×169

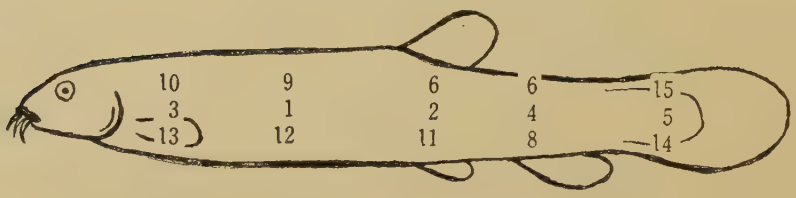


Fig. 2. Showing order of appearance of scales on respective parts of body.

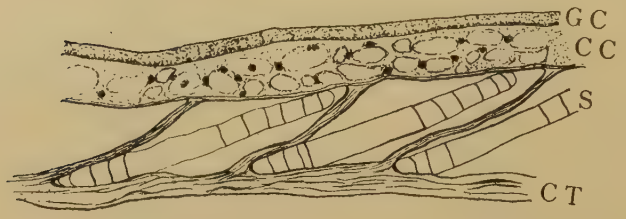


Fig. 3. Histological view of the transversal section of body which measures 2.1 cm in length : GC, goblet cell; CC, clavate cell; S, scale; CT, connective tissue.

長及び平均鱗幅を夫々第2，3表に示した。これ等の鱗長及び鱗幅を夫々体長にて除した値と体長との関係を第4，5図に示した。これによれば，体長80 mm位までは両者の関係は，体の部位によつて多少異つた曲線をなすが，それ以上に成長したものでは一定である。そこで体長

Table 2. Relation between body length (cm) and scale length (μ) in respective positions of body.

Position / Body length	1	2	3	4	5	6	7
2.70	98.5±2.4	116.0± 3.6	95.0±2.1	89.0± 2.4	138.0±3.0	100.5±2.1	111.5± 3.0
3.05	90.5±2.5	139.0± 3.3	123.0±2.7	125.0± 1.5	180.0±2.6	115.0±3.5	146.0± 1.7
3.60	120.0±2.6	167.5± 2.5	134.0±3.7	157.0± 1.4	220.0±1.9	123.0±3.0	178.0± 2.6
5.00	189.5±3.0	232.5± 4.2	226.5±3.6	273.5± 1.7	319.5±2.9	224.5±3.1	258.5± 4.0
6.40	275.0±3.0	343.0± 6.2	322.5±8.1	347.5± 3.8	457.5±4.0	341.0±5.3	348.0± 2.3
7.40	343.8±4.7	522.7± 5.4	394.7±6.4	412.2±11.1	550.8±3.2	370.1±4.7	438.5± 4.7
8.30	412.2±8.2	587.6±10.4	452.5±8.6	475.3± 4.6	699.8±6.6	508.7±6.9	554.3± 8.9
10.40	538.5±7.8	703.4± 5.9	622.7±9.9	628.0± 5.4	877.0±5.2	745.5±3.9	745.5± 6.5
12.00	652.5±8.2	910.3±10.4	631.4±8.3	754.2±11.8	1026.1±6.5	726.2±8.5	870.0±10.5

8	9	10	11	12	13	14	15
171.5±2.3	125.0±3.3	123.0± 2.9	171.5± 2.6	135.0±3.5	101.0±3.7	132.5± 3.1	95.5± 2.8
201.0±3.9	141.0±4.3	125.0± 2.4	220.0± 4.0	177.5±4.0	131.5±4.6	163.5± 3.2	115.0± 4.6
223.0±2.2	186.0±3.4	179.0± 3.0	267.5± 3.0	211.5±3.8	180.0±7.4	225.0± 3.3	169.0± 4.6
350.0±3.8	249.0±3.4	275.5± 4.8	387.0± 2.2	306.5±3.7	209.0±4.1	323.0± 4.1	247.0± 3.9
463.0±5.1	491.0±8.4	388.0± 2.9	528.5± 3.5	402.5±2.9	331.5±3.7	415.0± 5.5	298.5± 6.8
599.9±3.5	424.5±4.2	530.0± 4.3	647.2± 2.9	524.5±7.9	405.2±5.3	549.0± 8.1	450.8± 8.1
775.3±7.6	594.6±8.3	624.4± 5.6	870.0± 6.5	733.2±4.8	566.6±6.2	771.8± 7.8	561.3±10.1
941.9±5.9	695.3±5.9	845.4± 7.0	1082.2± 8.4	877.0±6.8	729.7±8.9	915.6± 9.8	684.1±24.1
1041.9±6.2	777.0±6.7	987.5±10.1	1317.3±10.1	985.8±8.4	815.6±8.5	1113.8±12.8	894.5±18.7

Table 3. Relation between body length (cm) and scale width (μ) in respective positions of body.

Body length \ Position	1	2	3	4	5
2.70	228.0± 6.5	263.0± 6.1	218.0± 2.2	203.0± 5.2	277.5± 4.8
3.05	235.0± 3.3	312.5± 3.6	271.5± 4.8	245.5± 3.3	308.5± 3.7
3.60	255.5± 8.0	323.5±19.3	246.0±13.4	278.5± 5.7	242.0± 7.3
5.00	350.0± 4.5	441.0± 6.2	359.5± 5.2	382.5± 5.1	472.5± 5.0
6.40	432.5± 4.8	532.0± 3.8	515.5±13.0	545.0± 5.6	678.5± 6.8
7.40	443.8±11.4	824.4± 8.3	620.9±12.4	585.8± 9.9	771.8±10.3
8.30	656.0± 8.5	656.0± 8.5	675.3± 8.2	680.6±10.7	954.2± 4.8
10.40	759.5± 7.0	980.5± 6.8	891.0±12.8	889.3± 9.1	1147.1± 4.6
12.00	882.3± 9.2	1215.5±11.5	943.7±11.1	1010.3±18.6	1266.4± 9.2

6	7	8	9	10	11
212.5± 3.5	224.0± 3.3	269.0± 2.7	199.5±3.3	194.0± 4.3	231.5± 2.4
215.0± 6.3	243.0± 3.3	303.0± 3.6	243.5±4.6	203.5± 3.0	271.1± 2.7
210.0± 9.5	250.0±15.5	301.0± 8.5	251.0±7.6	218.0± 8.9	275.0±15.5
382.0± 6.0	379.5± 3.4	438.0± 4.1	354.5±5.1	356.0± 6.9	438.5± 2.6
340.5± 5.2	454.5± 5.1	607.5±10.3	482.5±9.2	449.5± 7.6	588.0± 4.0
613.9±10.3	561.3± 5.4	738.4± 3.9	608.6±5.1	629.7± 6.3	691.1± 4.0
752.5± 5.7	659.5±12.4	852.4± 6.2	712.1±7.2	622.7± 6.9	785.8± 7.1
1027.8±13.3	898.0± 7.1	1057.7± 8.1	877.0±8.1	870.0± 9.8	1047.1± 8.4
998.0±10.8	1024.3±10.6	1166.4± 9.6	940.1±7.7	1024.3±14.4	1182.2±10.9

12	13	14	15
217.0± 3.8	178.5± 3.0	192.5± 4.4	169.5± 4.1
246.5± 2.9	193.0± 4.0	214.0± 3.3	196.0± 3.8
265.0± 9.5	187.0±12.2	232.0±11.4	196.0±16.0
355.5± 5.0	271.5± 4.1	349.5± 4.8	298.0± 5.1
443.5± 6.4	378.0± 5.2	456.5± 7.7	327.5± 8.2
594.6± 7.4	450.8± 7.8	549.0± 7.1	503.4±10.2
750.7± 7.1	542.0± 7.6	708.6± 9.2	515.7±12.3
938.4±11.7	708.6±12.1	840.2± 9.1	663.0±23.6
955.9± 8.3	757.7± 8.9	912.1± 9.7	836.7±15.7

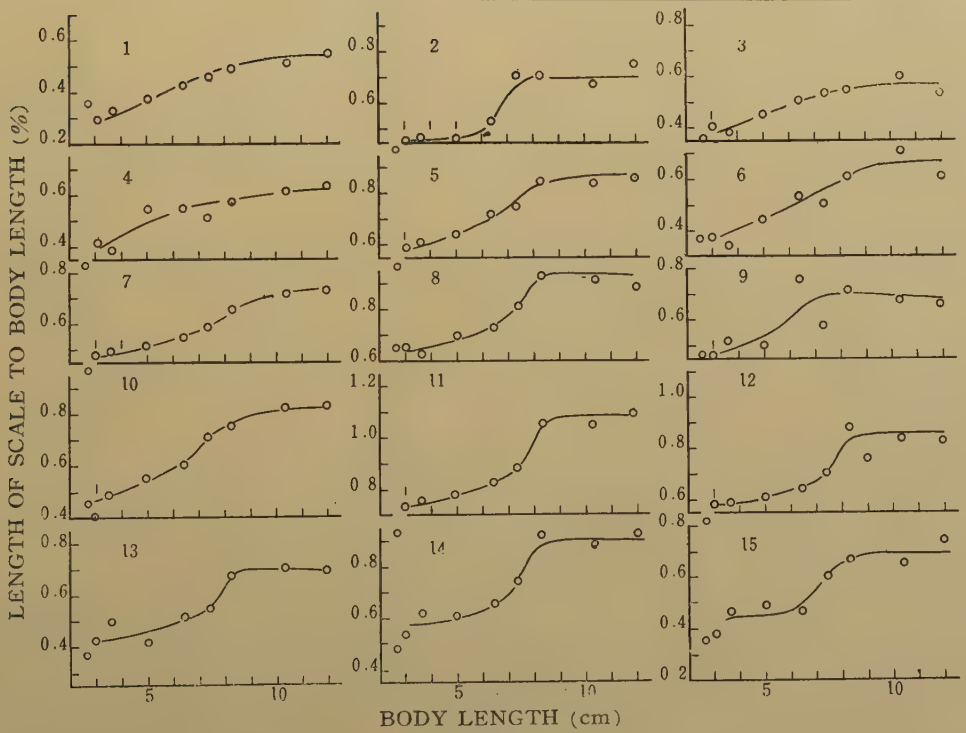


Fig. 3. Relation between body length and quotient scale length divided by body length. (Numerals denote position number.)

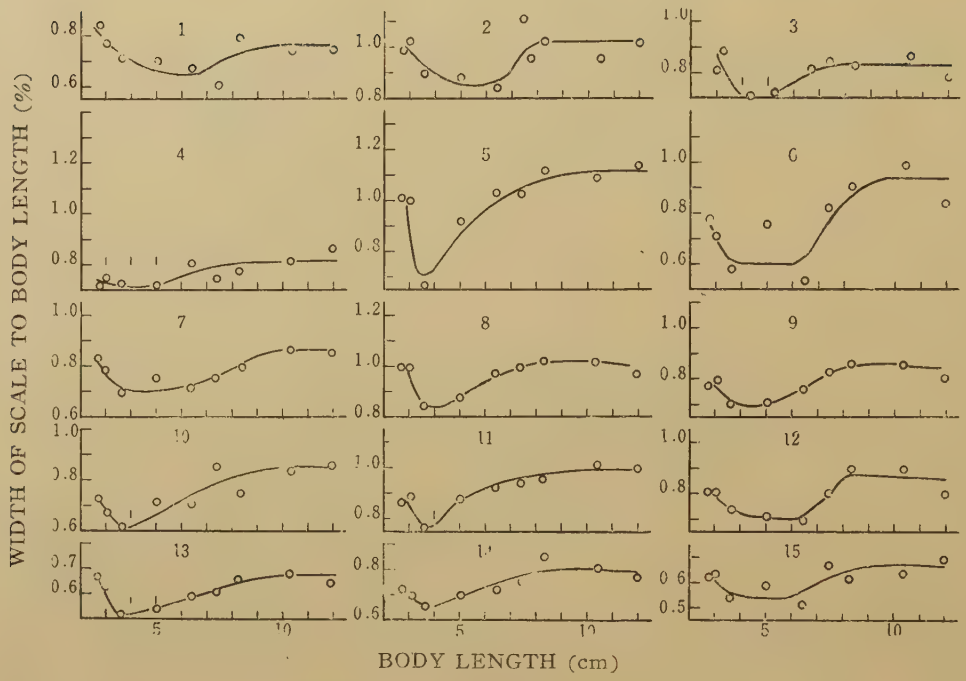


Fig. 5. Relation between body length and quotients scale width divided by body length. (Numerals denote position number.)

83mmより152mmに亘る個体に就いて，体長（Lcm）と鱗長（$\ell\mu$）及び鱗幅（$\omega\mu$）との関係を調べた。即ち第6，7図に示す様に，両者間の関係は下記の実験式で現される。

即ち　　$\ell = aL + b$,　　$\omega = a'L + b'$

但しa，a′及びb，b′は各部位に固有の係数を示す。

而して各部位別に，これ等の諸係数値を最小自乗法により求め第4，5表に示した。直線の勾配を示すaの値は，鱗長及び鱗幅の両方に於いて，何れも第III区より前方では体側の中央

Table 4. Values of coefficient in the formula on the relation between boby length (cm) and scale length (μ).

Position	a	b	Position	a	b	Position	a	b
1	70.5	−170.7	4	74.4	−100.7	7	70.7	− 4.9
2	71.4	− 16.9	5	75.5	103.4	8	76.0	172.6
3	53.3	55.9	6	69.2	− 32.2	9	62.1	83.2

Position	a	b	Position	a	b
10	61.0	227.1	13	80.5	−103.3
11	64.8	432.1	14	81.9	75.4
12	79.0	77.0	15	85.0	−127.4

Table 5. Values of coefficient in the formula showing relation between body length and width of scale (μ).

Position	a'	b'	Position	a'	b'	Position	a'	b'
1	81.3	−11.3	4	87.1	48.5	7	86.1	25.3
2	106.2	−88.7	5	90.7	271.8	8	87.9	204.3
3	69.1	196.9	6	86.7	111.3	9	80.5	96.5

Position	a'	b'	Position	a'	b'
10	62.2	267.7	13	65.5	43.8
11	63.2	403.8	14	46.6	352.4
12	73.6	171.2	15	80.7	119.9

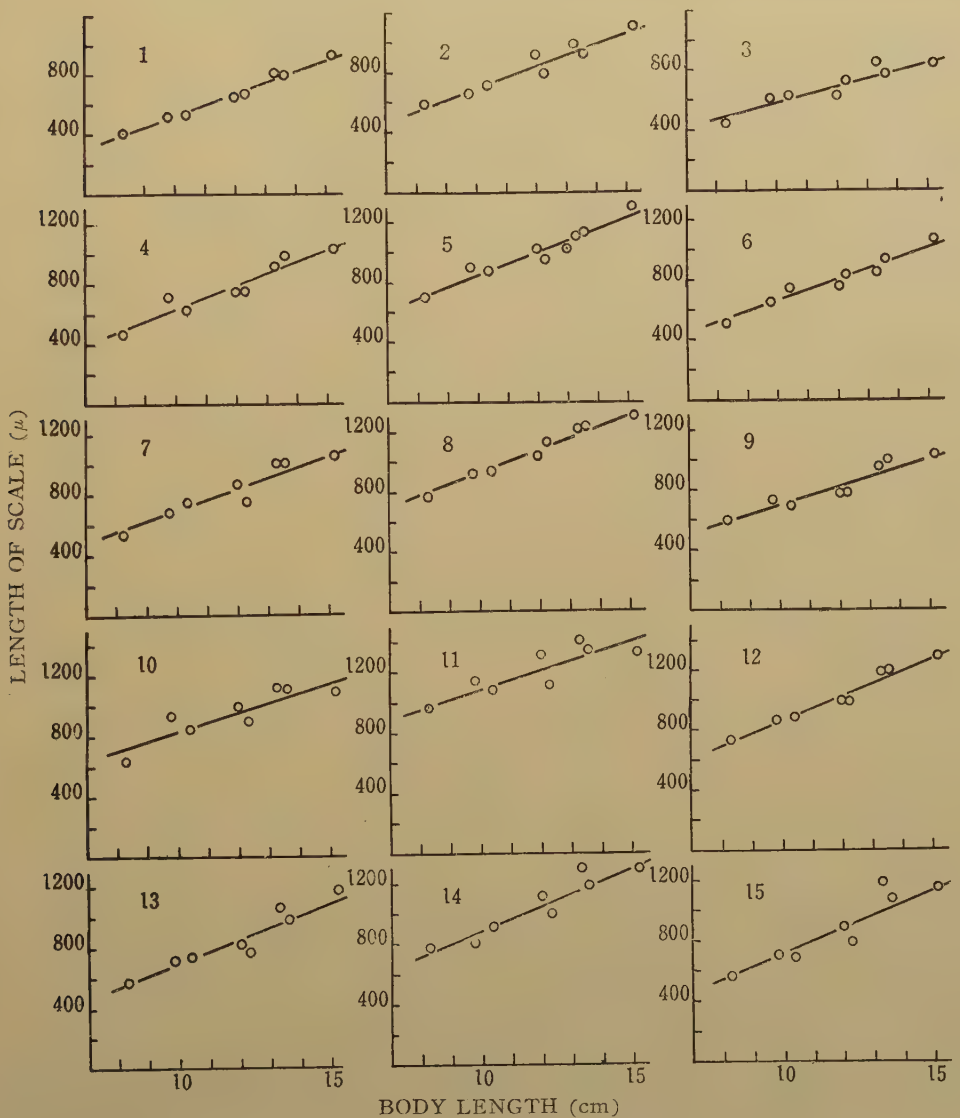


Fig. 6. Relation between body length and scale length. (Numerals denote position number.)

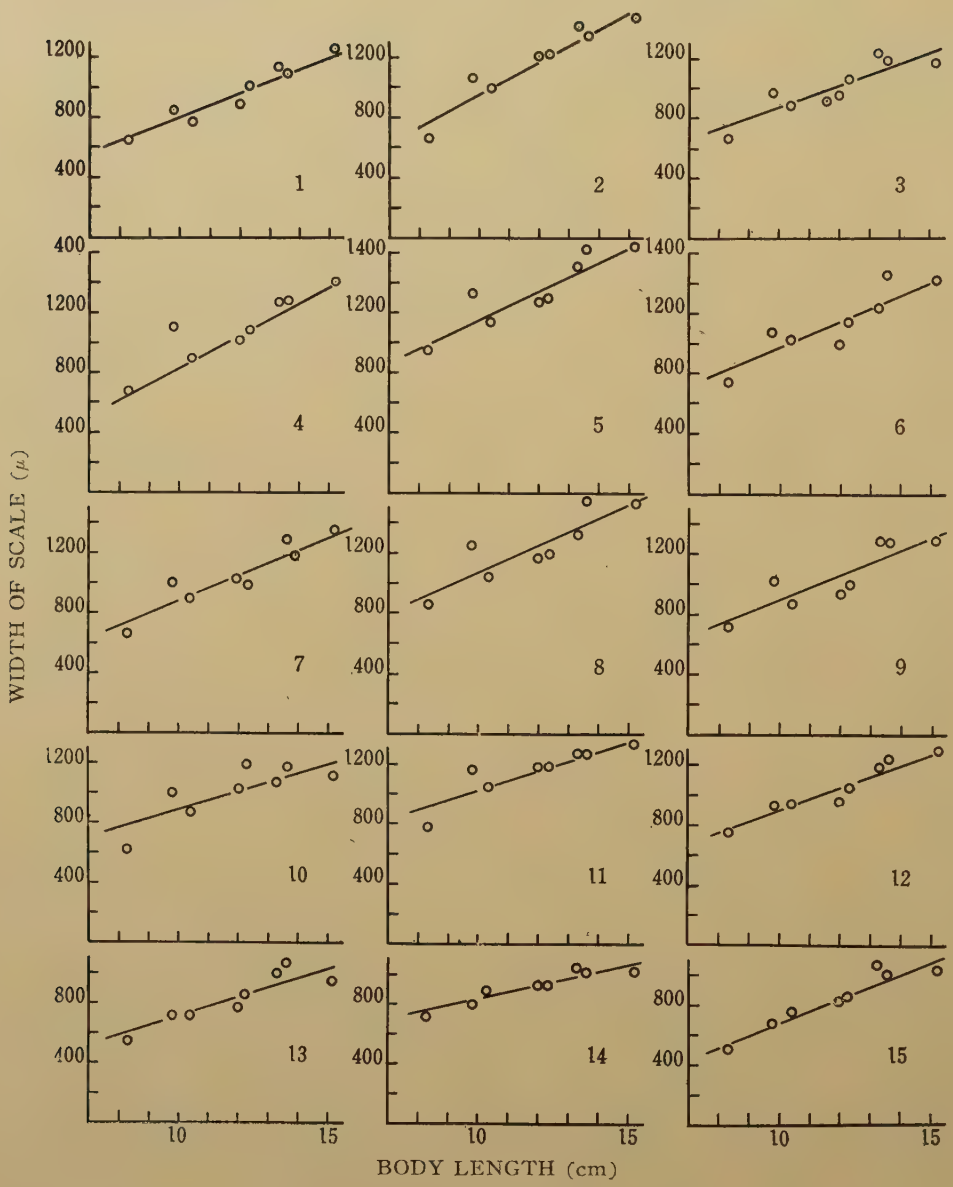


Fig. 7. Relation between body length (cm) and width (μ) of scale. (Numerals denote position number.)

部が最も大きく，下部に於いて最も小さい。又第 III 区より後方の部位では，体側の下部に於いて最も大きく，上部で最も小さい。但し鱗幅の第 V 区では，体側の中央部が最小値を，下部が最大値を示す。体長に対する鱗長，同じく鱗幅の両実験式を，a の値について比較すれば，体の前部に於いては後者の方が大きく，体の後部では逆に前者の方が大きい。

次に体長 83，104，120 mm の 3 尾の標本により，鱗長及び鱗幅を体長にて除した係数値と魚体に於ける鱗の測定区域との関係を第 8，9 図に示した。即ち鱗長の係数は第 IV 区で最も

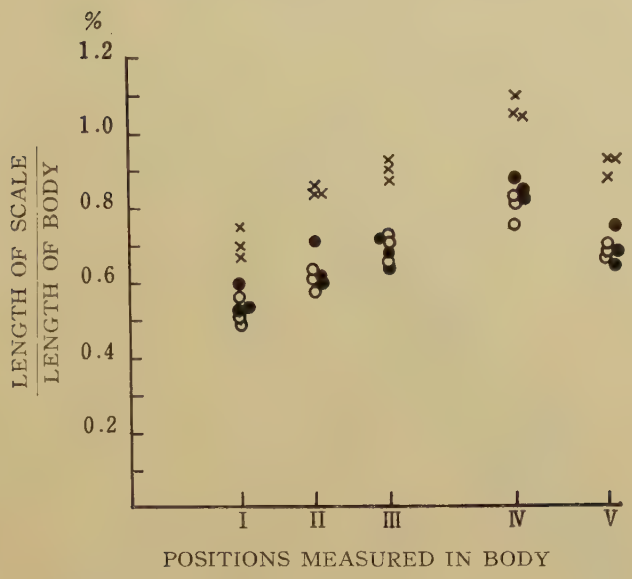


Fig. 8. Relation between the size of scales and its location on body: ○, scale above lateral line; ×, scales on lateral line; ●, scales below lateral line.

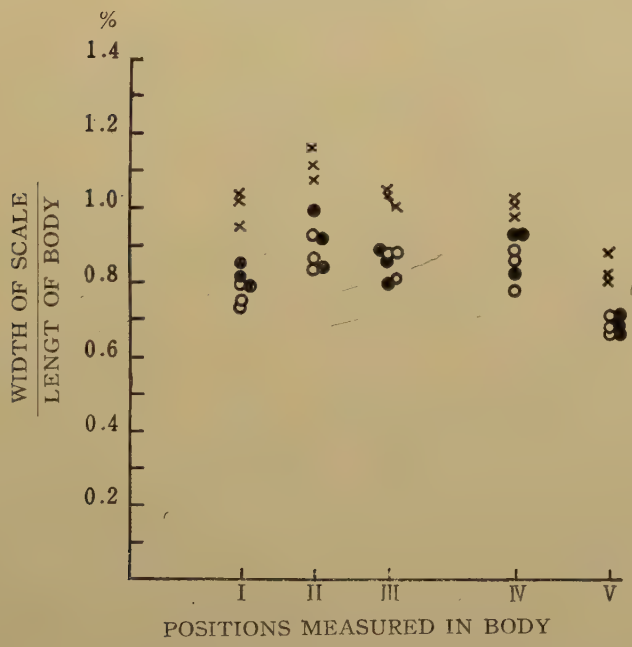


Fig. 9. Relation between the size of scales and its location on body: ○, scale above lateral line; ×, scale on lateral line; ●, scale below lateral line.

大きく，この部位より遠ざかる部位程小さい。又鱗幅では，第II区が最大値を示す。随つて鱗形は，体の前部程円形で，後部程細長い。

2． 鱗の大きさと隆起線数との関係：隆起線数と鱗長及び鱗幅との関係は，第10図の通り

直線となり隆起線数は鱗の大きさに比例して増大する。

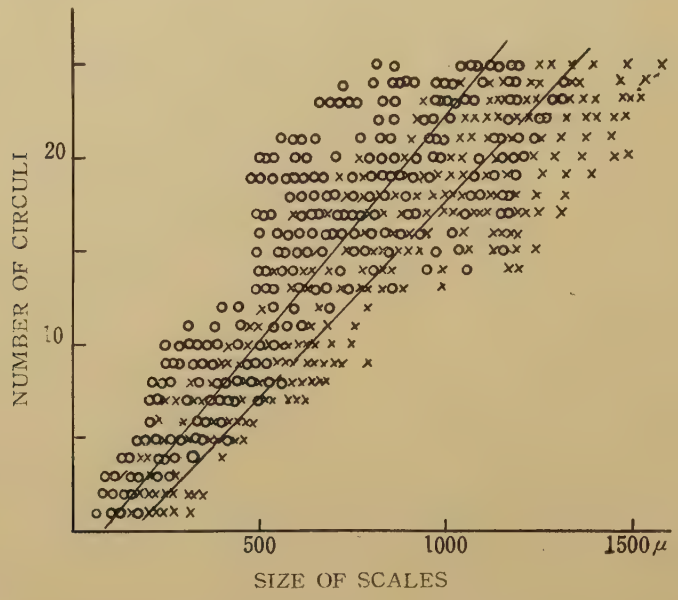


Fig. 10. Relation between the size of scale and number of circuli: ○, length of scale; ×, width of scale.

隆起線は，体長20.8mmの個体で既に観察され，同一個体に於いても，鱗の発生の早い部位程，その数が多い。溝条は隆起線数が2～3の時期に既に認められる。これはアユ（中井，松井[18]），コイ（野沢[19]）よりやや早い。

3．各部位に於ける再生鱗の出現率：ドジョウの再生鱗は，焦点部の隆起線が形成されておらず，年令査定に用いる事は出来ない。随つて，この出現率を部位別に調べておけば，鱗の採集に当つて参考となる。そこで各部位の鱗20枚宛に就いて，再生鱗数を算定し，その出現率を求め第6表に示した。これによれば，出現率は体の後部の方が前部より大きくなつている。

Table 6. Showing regeneration rate (%) of scale in respective parts of body.

Body length (cm) / Position	7.4	8.3	10.4	12.0	14.6	15.2
1			5		40	10
2				20	5	20
3			5		5	20
4				15	10	35
5				10	5	20
6				15	20	
7				20	15	20
8			5	25	10	30
9		5		15	10	20
10	10			50	30	25
11	5	30	5	20	20	55
12		10		5	10	30
13		10		20	15	55
14		25		40	25	55
15				20	15	65

4．鱗長と年輪数との関係：小林[10]はドジョウ科魚種の中，ホトケドジョウ属の一種 *Lefua costata*（KESSLER）を除いた他の種類では，年輪を見出す事は困難であるとした。然し鱗を注意して観察すると，他の魚種と同様に，夏季に隆起線間の間隔は大きく，冬季になるに及んで狭くなつており，この現象は養殖池で飼育したドジョウに於いても観察される。更にこの休止帯形成期に，主として鱗の側面に於ける溝条の走向が変化する。この様にして若年魚では比較的明確に年令を

推定出来るが，老年魚では，休止帯形成の隆起線と他の隆起線との判別が困難となる．然し検鱗器のレンズの位置を僅かに移動させる事により，可成り明瞭に年令を判別出来る。

以上の様な方法で，鱗長（S μ）と年輪数（Y）との関係を，225尾の標本を使用し，No. 2の部位について調査した。即ち両者の関係は第11図に示す様に，対数グラフにて直線と

$$y = 419.5x^{0.6232}$$

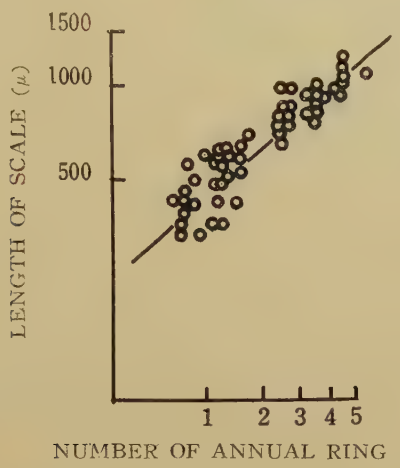


Fig. 11. Relation between length of scale and number of annual rings.

なり，実験式 $S = 419.5Y^{0.6232}$ で現される。

考　　察

魚類の鱗の発現部位，その時期の体長，被鱗完了時の体長等については，オイカワ（岡田，清石[20]），アユ（中井・松井[18]），カワマス（ELSON[3]），コイ（野沢[19]），*Small bass*（EVERHART[4]），ウナギ（松井[17]），コノシロ（吉田[23]），カタクチイワシ（吉田[24]），ニゴイ（久保・植本・渡辺[11]）で調べられたが，ドジョウは，これ等の点でコイに最も近似している。

鱗長及び鱗幅を体長にて除した係数値と体長との関係は，体長80 mm迄は変化し，それ以上の体長では略一定の値を示すが，これは，筆者等[14]が行つた成長に伴うドジョウの外部形態の変化についての研究結果と全く一致しており，成魚と略同一の係数値を有する様になる体長が，第2次性徴の出現時期と一致することから，生殖腺の発達と直接，若しくは間接の関係がある様に思われる。

ドジョウ鱗の初生時の体長と被鱗完了時の体長との間には約 8～9 mm の差があるが，これは稚魚期の約1ヶ月の成長量に匹適する。それ故年令査定には，体の何れの箇所より採集した鱗を使用しても良いわけであるが，体の後部では，再生鱗の出現率が大きいから，前部に於ける体側中央部附近の鱗を用いるのが最も確実であろう。

結　　論

1） 鱗が発生する最小体長は 19 mm 前後である。

2）鱗が体の全体に発生する体長は，大体27～30 mmである。

3）鱗が初めて発現する部位は，鰓蓋後端と脊鰭前基部との中間部の側線上附近で，成長に伴つて側線に沿つて前後に拡がり，続いて臀鰭の上方，体側面の上部及び下部に出現し，前方に拡大され，尾柄部が最も遅れる。

4）鱗長及び鱗幅を体長にて除した値と，体長との関係は曲線で示され，値は，体長が80 mmに達する迄は変化するが，それ以上の体長では略一定で，体長と鱗長及び鱗幅との間には，鱗のある部位の如何に拘らず，直線的な関係が認められる。

5）鱗形は，魚体の前部程円形で，後部程細長い。

6）隆起線数と鱗長及び鱗幅との関係は，直線で示される。

7）再生鱗の出現率は，体の前部よりも後部の方が大きい。

8）鱗長（S μ）と年令（Y）との関係は

$$S = 419.5Y^{0.6232}$$

の実験式で示される。

文　　献

1）雨宮育作・檜山義夫：1940. 公魚の産卵及び年令に就いて，水産学会報，**8**（1），45～62.

2）COLEFAX, A. N.：1952. Variations on a theme. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales, lxxvii (1～2), 8～46.

3）ELSON, P. H.：1939. Order of appearance of scales in speckled trout, *Salvelinus fontinalis* Jour. Fisher. Res. Boad Canada, **4** (4), 302～308.

4）EVERHART, W. H.：1949. Body length of the smallmouth bass at scale formation. Copeia. No. 2, June 30, 110～115.

5）小林久雄：1936. 日本産ドジョウ科魚類の鱗に就いて，植物及動物，**3**（5）. 855～862.

6）――――：1939. 鰻の鱗の排列について，泥鰌の鱗の特異性 Radii の横連絡の存在について，水産研究誌，**34**（5），168～169.

7）――――：1941. 続日本産ドジョウ魚類の鱗に就いて，植物及動物，**9**（5），665～670.

8）――――：1950. 魚鱗の構造に関する術語に就いて，魚類学雑誌，**1**（3），175～181.

9）――――：1951. 鱗の比較形態を根拠とした日本産淡水魚の系統と進化（予報），愛知学芸大学研究報告，80～83.

10）――――：1954. Phylogenetical Consideration of Japanese Cobitid Fishes by Study of Scale Character (I), Bulletin of the Aichi Gakugei University, 4, 40～48.

11）KUBO, I., UEMOTO, H., WATANABE, K.：1953. A contribution to the fishery biology of a common cyprinid fish, *Hemibarbus barbus* (T. et S.), Journal of the Tokyo University of Fishries, **40** (1), 1～13.

12）久保伊津男：1955. 水産資源学，東京水産大学.

13）久保田善二郎・松井　魁：1955. ドジョウの形態学的研究　第1報　雌雄に依る形態的差異に就いて，水産講習所研究報告，**4**（1），69～77.

14）――――・――――：1955. ドジョウの形態学的研究　第2報　成長に伴う外部形態の変化，

水産講習所研究報告. **5** (2).

15) 黒木栄一：1940. 河鱒の鱗の発生に関する一研究（予報），日本水産学会誌，**9** (3)，111～114.

16) 松井　魁・木暮丘彦：1941. 水産生物の生長の研究（第3報）淡水飼育による鮭稚魚の成長度，水産研究誌，**37** (3)，42～50.

17) 松井　魁：1952. 日本産鰻の形態，生態並びに養成に関する研究，水産講習所研究報告，**2** (2)，90～99.

18) 中井信隆・松井　魁：1936. 鮎の鱗及び色素の初期発生，水産研究誌，**31** (6)，302～308.

19) 野沢泰毅：1941. 鯉の鱗の初期発生，水産研究誌，**36** (7)，124～127.

02) 岡田弥一郎・清石礼蔵：1936. 日本産淡水魚の仔魚の形態並に生態学的研究，水産研究誌，31，687～696.

21) WUNDER, W.：1936. Physiologie der Süszwasserfische Mitteleuropas, 3～18.

22) 吉田　裕：1937. うるめいわしの生活史に就いて，楽水会誌，**27** (2)，

23) ————：——. コノシロ *Clupanodon punctatus* (TEMMINCK & SCHLEGEL) のシラス期に就いて，日本水産学会誌，**6** (1)，39～42.

24) ————：1938. 朝鮮産カタクチイワシ科魚類の一種プルパンジー *Thrissa purava* (HAMILTON) のシラス期に就いて，日本水産学会誌，**6** (5)，269～273.

Report on Zooplankton Samples hauled by Larva-net during the cruise of Bikini-Expedition, with special References to Copepods.※

Takuo CHIBA, Arao TSURUTA and Hiroshi MAEDA

Since the Fukuryu-maru No. 5, a tuna long-line boat of about 100 tons, was contaminated by fission products, so-called "ash of the death", of the Hydrogen bomb exploded at Bikini Atoll on March 1, 1954, the fear for the contamination of tuna and many other important fishes by fission products in the neighbouring waters of Bikini Atoll has been increasing in this country. And our tropical tuna fisheries were influenced seriously by this matter.

As the process of the contamination of fishes, two different ways may be expected, —— one is the direct infection through the water and the other is the indirect one through preys. Then, in order to ascertain which of the ways is more reasonable, it is necessary to examine the plankton occurring in the contaminated waters to know how strongly the plankters are contaminated and how they are influenced. Fortunately the authors could have a opportunity to examine the plankton samples collected by the SHUNKOTSU-MARU during her cruise of Bikini-Expedition. In the following, the records of the compositions of plankton samples hauled by larva-net, the horizontal differences of plankton composition according to the latitude and the current and especially the possibility of any morphological or ecological modifications caused by fission products on copepods are given and discussed on the material.

Before entering the subjects, we must express our sincere thanks to Dr. M. FUJINAGA, chair-man of the expedition, and Profs. Y. HIYAMA and Y. MATSUE, members of the advicer group for biological surveys, who afforded to us much facilities for carrying out this work. Also we must record here our hearty thanks to Mr. H. YABE and all other staffs of the survey group, especially to those of the biological party, Capt. K. KOMANO and all other crews of the SHUNKOTSU-MARU for their kindness in helping us extensively during the cruise. Further cordial thanks must be extended to Dr. T. TOKIOKA for his valuable advices. Financial aid granted from the Fisheries Agency of the Ministry of Agriculture for the present investigation is gratefully acknowledged.

I. Material and Method of Collecting Samples.

The material for this study was collected during the period from May 21

※ Contributions from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 182.

to June 29, 1954 at stations shown in Fig. 1, by the larva-net which is 130cm in diameter of the openning and 450cm in length, stretched with the Japanese minnow net in the anterior 350cm in length and with the silk gauze of 60 meshes in the rest and was equipped with a 3.2 kg lead and the rope of 170m long in use. The net-rope was slacked off by the drift of the ship and the net was hauled at the speed of 24 or 42.5m/min.. Usually the sampling was repeated several times till the sufficient amount of planktons could be secured. Samples were fixed with formalin, divided into the

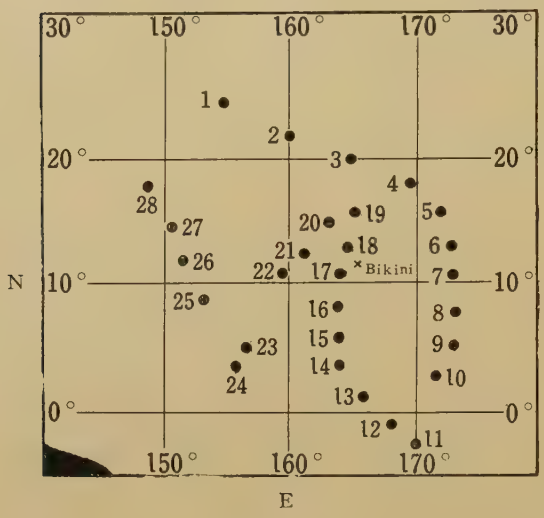


Fig. 1. Map showing the positions of the stations.

Table 1. Stations and their positions.

Station	Date	Lat.	Long.	Time of observation (J. S. T.)
1	21 May	23°— 58' N	154°— 40' E	0500 ~ 0715
2	22	21 — 55	160 — 00	1903 ~ 2046
3	24	19 — 53	161 — 00	0909 ~ 1025
4	29	18 — 12	169 — 43	1000 ~ 1153
5	30	16 — 02	171 — 50	1100 ~ 1232
6	31	13 — 51	172 — 56	0400 ~ 0538
7	1 June	10 — 44	173 — 03	0400 ~ 0600
8	2	8 — 02	173 — 02	0315 ~ 0442
9	3	5 — 03.5	172 — 59	0945 ~ 1400
10	4	3 — 01	171 — 59	0400 ~ 1244
11	6	2 — 21 S	169 — 56	0400 ~ 1740
12	7	1 — 15 S	168 — 05	0400 ~ 0600
13	8	1 — 04 N	165 — 47	0400 ~ 0615
14	9	3 — 55	163 — 52	0400 ~ 1100
15	10	5 — 44	163 — 58	0417 ~ 0730
16	11	8 — 43	164 — 01	0800 ~ 1005
17	12	10 — 55	163 — 51	0400 ~ 0758
18	13	13 — 23	164 — 25	0800 ~ 1039
19	14	15 — 57	165 — 22	0445 ~ 0715
20	19	15 — 03	163 — 15	0400 ~ 0555
21	20	12 — 42	161 — 26	0800 ~ 1030
22	21	10 — 21	159 — 35	0715 ~ 0933
23	23	5 — 03	155 — 53	0747 ~ 1300
24	24	3 — 24.5	155 — 34	0800 ~ 1025
25	26	8 — 59	152 — 51	0535 ~ 0613
26	27	12 — 00	151 — 10	0438 ~ 0530
27	28	14 — 46	149 — 56	0020 ~ 0122
28	29	18 — 00	148 — 38.5	

groups shown in table 8 excepting the sample of the last haul and then the radio activity was measured on respective sub-samples thus classified. The samples obtained by the last haul at each station were brought to our laboratory and used for this study; only the sample from St. 1 was divided

into two halves and one of which was offered to us for examination.

Individual numbers of all identified species were carefully counted in respective samples.

II. Composition of Plankton caught by Larva-net.

The proportions of respective important animal groups are shown in table 2, the most abundant animals were copepods and next came chaetognaths.

Table 2. Composition of chief animal groups at each station.

Station No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Total number	870	1738	629	147	477	761	456	846	769	2538	2247	2518
Zoo-plankton (%)												
Copepoda	68.6	47.7	78.4	74.8	49.4	58.5	66.2	76.8	48.0	57.3	52.8	54.8
Amphipoda	0.6	1.8	1.0		+	+	+	+	+	+	+	0.5
Schizopoda	4.0	10.8	3.3		+	3.0	+	+	+	0.6	0.9	0.8
Decapoda	+	8.3	+	+	1.9	+		+		+	0.8	+
Phyllopoda		+										
Fish larvae, eggs	1.1	1.4	0.8		1.0	+	1.3	+	+	+	0.8	0.7
Chaetognatha	25.3	18.9	13.4	20.0	41.9	32.9	20.8	17.0	46.0	39.7	38.9	37.7
Medusae		10.9	3.0	4.1	4.6	4.5	11.2	5.0	4.9	1.7	5.7	5.1

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
2396	2142	271	778	859	336	1504	1998	614	1304	399	692	355	1907	1569
41.1	68.8	78.9	65.2	66.3	92.9	81.5	63.6	57.6	63.6	53.6	68.9	65.1	64.8	66.1
+	0.5		+	1.0	0.9	0.9	+	+	0.8	1.5	+	+	1.6	0.6
0.6	1.0	+	+	+	+	1.0	0.8	1.5	1.7	1.8	+	+	2.1	4.1
+	+	+	+	+		+	+	+	0.9	+			+	3.5
							+							+
	2.4	+	1.4	0.7	+	+	0.8	+	+	+	1.2	0.8	+	0.8
55.3	24.1	13.6	28.3	25.8	3.6	16.3	32.9	30.6	30.3	30.1	21.4	30.7	29.0	8.3
2.4	2.8	6.3	4.1	4.1	1.2	+	1.3	8.3	2.3	12.5	7.7	2.8	1.6	6.7

Values in columns represent the percentages.
+ : less than 0.5%
Ostracods are omitted from the consideration.

Besides them, colonies of *Collozoum* and *Sphaerozoum* of Radiolaria, *Oikopleura*, some Ostracods and *Pyrocystis pseudonoctiluca* of Dinoflagellata were occasionally observed in abundance, but they were not shown in this table.

Abundant species among the above-mentioned animal groups were as follows : Among Schizopoda, most of which were in Furcilian stage, adults of *Euphausia krohnii* were observed abundantly at St. 2, St. 26 and St. 27. Else them, *Siriella thompsonii* (Mysidae), *Thysanopoda tricuspidata* and

Table 3. Occurance of important species.

Station		1	2	3	4	5	6	7	8
Copepoda number of individuals in a haul		597	877	493	110	236	445	302	650
COPEPODA (%)									
Calanus	*darwinii*	16.3	15.9	12.6	14.6	9.8	6.8	20.2	8.5
Ca.	*helgolandicus*	8.7	4.8	29.4	26.3	2.1	2.9	+	+
Ca.	*tenuicornis*	9.0	1.4	2.0		2.1	2.3	+	+
Ca.	*robustior*	1.3	1.3	1.2	1.8	11.4	1.8		3.7
Ca.	*tonsus*						2.0	1.3	12.9
Ca.	*gracilis*	1.2	+	+				3.6	
Ca.	*minor*	11.0	6.6	14.8	1.8	25.0	9.0	16.2	23.7
Ca.	*pauper*	4.0	+	+					
Eucalanus	*attenuatus*	+	1.3			+	+		
Eu.	*mucronatus*		+	4.7	11.8		+	1.3	+
Eu.	*crassus*			+	+				
Eu.	*subcrassus*								+
Rhincalanus	*cornutus*								
Acrocalanus	*gracilis*	+	+						
Acro.	*gibber*	+	+						
Acro.	*longicornis*		+						
Acro.	*monachus*								
Paracalanus	*aculeatus*	1.5	+						
Para.	*parvus*	1.2							
Clausocalanus	*furcatus*	4.3	+						
Clauso.	*arcuicornis*	+	2.1	+			1.1		
Clauso.	*pergens*	2.7				+	+		
Calocalanus	*pavo*								
Pseudocalanus	*elongatus*								
Scaphocalanus	*pacificus*	+	+						
Actidius	*giesbrechti*	1.5	+	+					
Actidius	*armatus*		+						
Scottocalanus	*helenae*		+	+					
Euchirella	*amoena*	+	+	2.0		+			
Euchaeta	*media*	+	+				1.6	1.3	+
Euch.	*flava*	+	+						
Euch.	*wolfendeni*	+	+						
Euch.	*marina*	+	7.6	16.7	31.8	24.1			
Euch.	*plana*	2.0	4.5	+			29.0	23.2	30.3
Euch.	*longicornis*	+	+						
Scolecithricella	*minor*	1.0		+					
Sco.	*bradyi*	+		+					
Sco.	*spinipedata*	+							
Sco.	*abyssalis*								
Sco.	*orientalis*								+
Scolecithrix	*danae*	+	1.6	1.8		6.8	3.6	4.3	3.5
Phaenna	*spinifera*	+							+
Temora	*turbinata*								+
Centropages	*abdominalis*	+	2.1						
Centro.	*bradyi*	+	+						
Centro.	*violaceus*	+	+			+	1.1		+
Centro.	*calaninus*		+	+					
Centro.	*elongatus*		+						
Centro.	*gracilis*						+		+
Centro.	*longicornis*								
Centro.	sp.								
Pleuromamma	*gracilis*	+	24.5	1.0					
Pleuro.	*robusta*	+	8.8						
Pleuro.	*xiphias*		4.3	+					
Pleuro.	*abdominalis*			+					
Lucicutia	*flavicornis*	1.8	+					+	
Lu.	*ovalis*					+			
Heterorhabdus	*papilliger*	+	+	+			+	1.3	
Haloptilus	*longicornis*	+	+	+			2.9	+	1.7
Halo.	*mucronatus*	+	+				+	+	
Halo.	*acutifrons*	+	+	+			+		
Halo.	*oxycephalus*	+	+						
Halo.	*ornatus*	+	+						
Candacia	*bradyi*	+	+						
Can.	*discaudata*	+	+						

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28
369	1455	1187	1374	984	1474	214	507	570	312	1226	1270	354	829	214	477	231	1235	1037
20.0	10.2	11.3	10.4	6.4	7.6	13.6	12.0	8.1	8.7	6.1	5.1	1.4	2.3	7.9	15.7	3.0	5.7	4.2
			2.0	3.9	3.7					+	2.8	3.1	2.4				2.9	
			+	+	0.7	2.8	+	2.8	1.9	0.8	1.6		+	+		1.3	0.9	1.9
2.9	+		+		0.9	5.1		+	2.2	0.9	+		+			+	1.4	+
3.5	1.3	1.1	4.9	4.8	0.9	11.2	2.4	7.4	1.9	3.8	5.4	1.4	2.5	+	1.8	5.2	2.8	1.7
+																		
4.1	1.3	20.5	5.9	5.8	2.0	14.5	3.9	13.3	17.3	9.2	6.1	7.5	2.9	2.8	19.3	15.5	1.6	3.9
											1.3					+		
	4.7	23.5	8.3	5.0	0.9		+	+	+	1.1	1.3	+	+	+	+		+	1.2
		+				+											+	
																	1.9	
			1.7															
	3.0	+	+	+	+			+										
	3.0		4.0	1.9	0.7					+							4.6	
				+	+													+
	0.8																	
	+				+					+	+						1.0	+
		+	+									+						+
	+												2.5	13.1		1.7		1.3
+	1.0	1.8	3.3	2.6	1.7						3.1	+			2.3		7.6	1.0
			1.5	+	+					+	+		1.4			1.7	1.9	
					+						+							
																		+
	+									+							+	+
		+	+		+	1.4	+		1.9	2.4	2.7	+	+			1.3	1.1	1.4
35.2	58.7	14.5	35.0	59.7	33.4	20.1	46.7	38.4	26.0	49.2	47.6	27.1	40.9	7.9	30.0	42.0	28.7	20.3
										+						+	0.9	1.0
					+					+								
	+				+													
	+			+	+					+						+	+	
18.2	6.5	6.9	11.0	2.4	4.3	9.8	7.9	3.2	3.8	5.1	1.7	1.1	2.5	9.3	4.8	3.9	1.4	1.5
				+			+											
+	+	+	+	+				+			+	1.1	+		2.1	+	+	
			+				+	1.2				+	+	+	+			+
						2.3	+			+		+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+		+		+			+		+		+		+	+
	+		+			+												+
							+											
		+											+			+	4.5	6.6
																+		
+											+						10.3	6.2
							+										+	7.7
1.9	+	1.2	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	1.3	+	2.8	1.9
+	+	1.1			+	+		+		+	+						+	1.5
					+	+											1.1	+
+					+	2.8		+		+								+
				+									+					
						+							+					

Station		1	2	3	4	5	6	7	8
Can.	*catula*	+	+						
Can.	*longimana*	+	+						
Can.	*bipinnata*	+	+				+		
Can.	*truncata*	3.9	+	+	+	3.0	3.6	2.3	+
Can.	*bispinosa*	3.2	+	1.2		+	3.8		1.4
Can.	*aethiopica*	+	+	+	3.6	4.2	2.0	+	+
Can.	*simplex*	1.0	+	+			1.1	2.6	+
Can.	*curta*						+		
Can.	*violaceus*								
Can.	*pachydactyla*								
Arietellus	*armatus*	+							
Labidocera	*detruncata*		+						
Labido.	*pavo*		+						
Labido.	*tenuicauda*		+						
Labido.	sp.		+						
Pontella	sp.	+	+						
Pontellina	*plumata*	+	+						+
Pontellopsis	*perspicax*								
Pont.	*tenuicauda*								
Acartia	*neligens*	+						2.3	
Acar.	*clausi*	+							
Oithona	*plumifera*	+		+		+	+		1.1
Oith.	*setigera*								
Oith.	*robusta*								
Oncaea	*venusta*	+							
On.	*conifera*		+						
Lubbockia	*squillimana*								
Sapphirina	*darwinii*	+	1.1						+
Sap.	*auronitens*	+	+	+			+		
Sap.	*stellata*	+	+						
Sap.	*gastrica*		+				+		
Sap.	*nigromaculata*		+						
Sap.	*metallina*								+
Sap.	*intestina*								
Sap.	*opalina*								
Sap.	*angusta*								
Sap.	*gemma*								
Sap.	*scarlata*								
Corycaeus	*gibbulus*	+							
Cory.	*lautus*	+	+	1.0		1.7	+		
Cory.	*speciosus*	1.0	+	1.6	3.6	3.0	+		
Cory.	*flaccus*	2.7		+			16.2	8.0	5.4
Cory.	*crassiusculus*					3.8	+		
Cory.	*longistylis*						1.3	+	+
Cory.	*catus*						+	+	
Cory.	*trukicus*								
Cory.	*japonicus*								
Copilia	*mirabilis*	1.0	+		+		+	6.0	1.2
Cop.	*quadrata*	2.0	+		1.8			+	
Cop.	*longistylis*	+	+						
Pachysoma	*dentatum*	+	+						
P.	*punctatum*								
Undeuchaeta	*minor*		+						
AMPHIPODA		Individual number in a haul.							
Oxycephalus	*porcellus* ?								
Phronima	*pacifica*	2	4			1	1		2
Phronima	sp.			1					
Leptocotis	*ambobus*		3						
Parascelus	*zebu*		11	1					
Phronimopsis	*spinifera*		7						
Hyperia	*sibaginis*	2	4			1	3		
Hyperia	sp.		1						
Anchylomera	*blossevillii*		1						

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28
	3.8		3															
4.1	2.0	2.0				2.3		3.7	5.1	2.4	0.8	4.0	1.9	3.7	4.0	1.7		4.4
1.4										1.6							0.9	
				1.4	32.2		2.8	2.8	6.7			5.9	1.2	11.2			3.7	1.0
	1.0					1.4	3.0	1.6		1.5	4.6	2.0	1.7	8.4	1.7	3.0	1.1	1.4
												1.1						
1.1		1.2	0.9														1.1	
			0.9									3.1	1.1				1.4	
	0.8		2.2							1.1		3.1	2.3				2.0	1.4
		3.1				1.9							2.7					
			1.3				3.2							15.4	4.0			4.4
												1.4						
									1.3									
		1.4																
									4.5	2.3	1.7	7.5	3.7	4.8		1.7		
	11.8	3.9	1.5		2.9	2.8	5.7	3.7	3.2	5.5	4.4	4.9	11.3	7.0	3.4	5.2	3.5	3.8
2.4					1.4			1.1	7.4	2.0	4.2	7.6	4.6				2.5	
								4.4										
								1.2										
																1.7		
									1.6			3.1	1.1					
					0.7		5.1	1.1	1.9			7.5	2.2	2.8	4.2			9.8
							1.2											

		1	1	2										2	1		1	
	4	1	7	1	2			4						1		1		6
					1								1					
			1		1		1	2		7	9		3		1			
								1										
			4		6		2	2	3	3		3	3	2	1		30	4
										3								

Station		1	2	3	4	5	6	7	8
SCHIZOPODA		Individual number in a haul.							
Stylocheiron	*carinatum*	3				2	2	1	
Euphausia	*gracilis*		17	1					
Eu.	*gibba*		3						
Eu.	*krohnii*	1	106						
Thysanopoda	*obtusifrons*								
Thy.	*tricuspidata*		7	1				1	1
Stylocheiron	*suhmii*	10							
Furcilian	stages	21	56	15			20	11	17
Siriella	*thompsoni*		10	4			1		
Siriella	sp.								
Lucifer	*raynaudii*	1	88	1	1	8	1		2
OSTRACODA			75						
Fish larvae		4	15			3	3	5	2
Fish eggs			10	5		2		1	2
Zoea			1						
Veliger									
MEDUSAE (*Muggiaea* etc.)			101	19	6	15	26	36	18
Collozoum and *Sphaerozoum*		R	P		C	P	P		
Pyrocystis	*pseudonoctiluca*	C C	C C	C	C	P			
Chaetognaths	total number	220	347	84	30	200	250	95	144
Chaetognaths	(%)								
Sagitta	*hexapicra*	12.7	+	15.5	16.7	22.5	30.4	49.4	34.0
Sag.	*lyra*	1.8							
Sag.	*enflata*	15.9	6.1	17.9	16.7	24.0	7.6	7.6	20.9
Sag.	*bipunctata*	8.2	12.6		6.6	3.5	3.6	4.2	11.8
Sag.	*feroz*	+							
Sag.	*robusta*		3.6	3.6		2.5	2.4	5.3	+
Sag.	*pulchra*								
Sag.	*serratodentata pacifica*	8.6	70.3	28.6	40.0	17.5	35.6	25.3	15.3
Sag. serr. atlantica f.	*pseudoserratodentata*	+							
Sag.	*neglecta*								
Sag.	*regularis*					+		1.0	+
Sag.	*minima*	7.7							
Pterosag.	*draco*	35.0	+	27.4	20.0	27.0	16.0	4.2	11.8
Krohnitta	*subtilis*	6.4		2.3					
Krohnitta	*pacifica*	1.8	6.9	1.1					
Sag.	*decipiens*								
Sag.	sp.	+	+	3.6		2.5	4.4	1.0	4.8

Copelata	*Oikopleura*	*longicauda*	C	*Oikopleura*	*fusiformis*	C
	Oiko.	*rufescens*	C	*Oiko.*	*parva*	RR
	Oiko.	*cophocersa*	RR	*Oiko.*	sp.	RR
	Megalocercus	*huxleyi*	C	*Stegosoma*	*magnum*	C
	Fritillaria	*pellucida*	RR	*Fritillaria*	*formica*	RR
	Frit.	*venusta*	RR	*Frit.*	*haplostoma*	RR
	Frit.	*megachile*	RR	*Frit. borealis* f.	*sargassi*	RR
	Kowalevskaia	*tenuis*	R	*Pelagopleura*	sp.	R

Abbreviations: *CC···very common* *C···common* *P···present*

Stylocheiron carinatum were observed too, although they were less abundant. Amphipods were represented by *Hyperia sibaginis*, *Parascelus zebu* and *Phronima pacifica*, but the frequencies of their appearance were not so high. Among Crustacean Decapoda, *Lucifer raynaudii* was observed almost at every station, especially abundantly at St. 2, St. 5 and St. 27. Phyllopoda other than a few *Evadne* were not observed in the material. Chaetognaths were the second important animal group and represented by *Sagitta*

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28
2			3							2	1						27	
																	7	6
		3															39	28
																		2
2					44		2	1				2						
											3	2	4					5
3	5	8	58	62	5	1	14	15		12	16	5	17	4	54	2	38	82
					1					3	17	2					22	
																	2	
	10	18	7	12	9			1		1	5	3	9	1			3	55
					7	4		1			2							29
3	3	17	5	?	6		4	1			8	2	3		2	3	3	11
1	1	11	12	?	45	1	7	5	2	3	7	1	3	1	6		4	4
	1		1	1			1	5					3	2				
	1														1			
11	41	113	78	55	22	11	26	31	2	2	24	51	29	17	48	4	19	107
					R	C C					C	C	C				P	P
						R					C	C					P	C
354	1007	873	951	1324	516	37	220	222	12	245	657	188	395	120	148	109	553	277
3.1	5.5	2.2	3.5	2.2	11.1	10.8	6.4	14.4		26.9	18.6	17.5	10.6	+	5.4	16.5	31.8	11.9
69.2	67.9	57.7	57.6	54.2	34.8	37.7	53.6	40.9	66.6	16.7	15.2	25.0	59.4	50.8	37.8	12.8	13.6	28.2
+		+	+	+	+		1.8	1.4	16.7	3.3	+	2.6	1.5	2.5		4.6	4.5	2.2
		1.4	2.2	+			+	+			+	+		+	+		+	
1.4	+	+	2.4	+	2.7	8.2	5.0	2.7		+	+	1	3.0	2.1	8.8	2.8	4.7	+
															+			
17.5	14.9	20.5	25.1	31.4	32.7	18.9	16.8	15.3		23.3	40.2	1.0	10.9	9.2	27.7	43.1	29.1	26.0
							+	+						+				
+	+	1.6	+	+	+	2.7	+	+				+				+		+
7.9	5.5	11.4	6.0	10.3	11.8	10.9	6.8	17.6		25.3	21.6	19.1	8.5	1.0	18.2	12.8	13.2	20.6
					1.1			+		+								
	2.3	17.2	1.7	+		2.7	+								+			7.9
						2.7												
+	2.8	2.1	+	+	4.3	5.4	6.4	4.5	16.7	2.8	3.0	3.3	6.1	4.1		6.4	2.9	2.2

R···rare *RR···very rare* +···<0.5%

serratodentata pacifica, *Sag. hexaptera*, *Sag. enflata* and *Pterosagitta draco*. The abundant species of Copelata (Tunicata) were *Oikopleura longicauda*, *Oik. fusiformis*, *Oik. rufescens*, *Megalocercus huxleyi* and *Stegosoma magnum*. *Muggiaea* and *Diphes* were the chief components of Medusae. Besides these, there were many animals which were out of sphere of our ability of identifying and left out of the table.

On copepods, there were 118 species already identified, besides three

speceis, one in each of three genera *Centropages*, *Haloptilus* and *Pontella*, which are perhaps new species and now under close examination. *Euchaeta marina* showed the highest frequency of appearance, occupied 20—50% of all copepods throughout the stations excepting St.1 and was followed by *Calanus darwinii*, *Cal. minor*, *Scolecithrix danae*, *Corycaeus speciosus*, *Candacia truncata* and *Can. aethiopica*.

III. Differences of Plankton Composition according to Currents.

The surveyed area is covering the sea from 30° N to 5° S and from 145° E to 175° E, in which the warning area for Atomic or Hydrogen bombs is included. And the stations where the sampling was carried out are distributed in four oceanic currents, —— South Equatorial Current, Equatorial Counter Current, North Equatorial Current and the northern waters beyond the last named current —— and arranged on four cruise lines named conveniently A, B, C and D from east to west. Thus, we were interested very much in examining how the plankton composition differes according to currents and cruise lines, the biological environmental conditions in the whole area seem apparently indifferent.

In order to examine the differences of plankton composition according to currents and cruise lines, all the stations were classified as shown in table 4.

Table 4. Classification of the stations.

Current \ Observation line	A	B	C	D
the waters north to North Equatorial Current	4	3	1, 2	26
North Equatorial Current	5, 6, 7	17, 18, 19	20, 21, 22	27
Equatorial Counter Current	8, 9	14, 15, 16	23, 24	28
South Equatorial Current	10, 11	12, 13	——	——

Then, the percentages of respective species, shown in table 3, to the total number of Chaetognatha, Schizopoda or Copepoda in respective columns were transformed by angle transformation. Here, the cruise lines A and B cross 4 different currents, while the cruise lines C and D pass through only 3 currents. Consequently we were obliged to examine at first the differences of the above-mentioned values according to 3 currents (Equatorial Counter Current, North Equatorial Current and the northern waters beyond the last-named current) and 4 cruise lines by analysis of variance and then the differences according to 4 currents and two cruise lines (A and B). The results of examinations are shown in table 5 A, B and C. From the results of the former examination, it is cleared that the differences of percentages of *Euphausia krohnii* of Schizopoda and *Scolecithrix danae* of Copepoda

Table 5—A. Results of the examinations (F_0) of the differences of the distribution of respective species according to currents and cruise-lines.

Factor	(1)		(2)	
	current	cruise line	current	cruise line
Calanus darwinii	1.30	2.29	1.76	5.18
Cal. helgolandicus	1.99	1.88	8.39	0.23
Cal. tenuicornis	0.55	0.55	22.40*	0.86
Cal. robustior	0.15	13.84*	9.62	2.38
Cal. tonsus	0.25	0.33	1.46	0.03
Cal. minor	0.65	1.27	1.97	0.07
Eucalanus attenuatus	1.41	5.92	24.36*	0.15
Eucal. mucronatus	0.96	2.03	4.69	0.47
Rhincalanus cornutus	0.50	1.17	2.72	0.35
Acrocalanus gracilis	0.63	1.25	39.34*	0.82
Clausocalanus arcuicornis	1.03	1.97	20.76*	0.97
Clausocal. pergens	1.58	3.50	2.38	0.92
Euchirella amoena	2.16	0.88	2.12	0.24
Euchaeta marina	0.58	1.74	47.78*	8.79
Scolecithrix danae	4.83*	0.28	5.31	0.05
Pleuromamma gracilis	0.92	1.52	6.50	0.00
Pleuro. robusta	0.56	1.31	—	—
Pleuro. xiphias	1.00	1.48	1.50	0.00
Pleuro. abdominalis	0.74	1.46	3.00	1.00
Lucicutia flavicornis	0.62	4.89	4.32	0.52
Luc. ovalis	0.74	0.58	1.77	0.36
Haloptilus longicornis	0.59	3.79	13.54*	0.83
Candacia truncata	0.58	0.28	7.65	0.05
Cand. bispinosa	0.38	1.10	1.91	0.04
Cand. aethiopica	0.92	1.42	2.18	0.31
Cand. simplex	0.44	2.89	1.76	0.10
Pontellina plumata	0.20	0.67	24.86*	0.00
Acartia neligens	1.58	2.29	3.43	0.10
Oithona plumifera	0.15	0.26	1.55	0.07
Oncaea venusta	1.17	1.57	6.45	2.05
Corycaeus lautus	0.57	5.38*	6.80	2.02
Cory. speciosus	0.53	3.03	1.25	0.73
Cory. flaccus	3.08	1.98	7.35	0.43
Copilia mirabilis	0.26	1.17	8.27	0.03
Cop. quadrata	0.48	0.80	1.39	0.11

Table 5—B. continued (1)

Factor	(1)		(2)	
	current	cruise line	current	cruise line
Sagitta hexaptera	3.99	3.40	8.49	0.13
Sag. enflata	3.71	1.07	12.94*	0.00
Sag. bipunctata	2.15	3.38	13.67*	2.12
Sag. serratodentata pacifica	0.73	0.60	1.58	0.02
Pterosagitta draco	3.13	0.93	56.33*	0.31
Krohnitta pacifica	1.86	2.00	10.81*	0.04
	$F^{3}_{6}(0.05)$ =4.76	$F^{2}_{6}(0.05)$ =5.14	$F^{1}_{3}(0.05)$ =10.13	$F^{3}_{3}(0.05)$ =9.28

Table 5—C. continued (2)

Factor	(1)		(2)	
	current	cruise line	current	cruise line
Phronima pacifica	0.92	0.68	3.98	0.00
Parascleus zebu	0.86	5.04	3.00	1.27
Hyperia sibaginis	0.35	1.79	29.77*	5.85
Stylocheiron carinatum	0.05	1.54	0.85	0.25
Euphausia gracilis	4.18	1.50	3.00	0.33
Euph. krohnii	5.25*	2.81	3.00	0.33
Thysanopoda tricuspidata	0.72	1.53	4.46	0.19
Furcilian stage of Schizopoda larva	1.34	2.33	0.97	0.04
Sirella thompsonii	2.67	1.23	2.36	0.27
Lucifer raynaudii	0.33	2.35	3.61	0.29
	$F^{3}_{6}(0.05)$ =4.76	$F^{2}_{6}(0.05)$ =5.14	$F^{1}_{3}(0.05)$ =10.13	$F^{3}_{3}(0.05)$ =9.28

Notes : (1) on 3 currents and 4 cruise lines. (2) on 4 currents and 2 cruise lines.
The values which can be regarded to be significant at 0.05 level of significance, are marked with asterisk.

according to currents and that of *Calanus robustior* of Copepoda according to cruise lines are regarded to be significant at 0.05 level of significance. The results of the latter examination show that the differences of percentages of *Sagitta enflata*, *Sag. bipunctata*, *Pterosagitta draco* and *Krohnitta pacifica* of Chaetognatha, *Hyperia sibaginis* of Amphipoda, *Eucalanus attenuatus*, *Acrocalanus gracilis*, *Clausocalanus pergens*, *Euchaeta marina*, *Haloptilus longicornis* and *Pontellina plumata* of Copepoda according to currents are regarded to be significant at 0.05 level of significance. The differences found in other animals can not be regarded to be significant.

All these results, mentioned above, are summarized into table 6, taking table in consideration.

Table 6. Differences of the distribution of various species according to different currents.

species	NN	NEC	ECC	SEC
Sagitta enflata	●		●	●
Sag. bipunctata	●	○		
Pterosagitta draco	●			
Krohnitta pacifica		●		●
Hyperia sibaginis		●		
Euphausia krohnii		●		○
Calanus tenuicornis				
Eucalanus attenuatus				●
Acrocalanus gracilis				●
Clausocalanus arcuicornis				●
Euchaeta marina				○
Scolecithrix danae			●	●
Haloptilus longicornis		●	●	
Pontellina plumata	○			●

Notes : ● much abundant. ○ less abundant *Calanus robustior* and *Corycaeus lautus* were abundant at stations on A and C lines. NN : the waters north to North Equatorial Current. NEC : North Equatorial Current. ECC : Equatorial Counter Current. SEC : South Equatorial Current.

IV. Reproduction of Copepoda.

We reported already on the composition and the distribution of plankton in a part of this region in 1954. Consequently we were much interested in examining how the plankton-composition in this region was affected and changed by a series of experiences of Atomic and Hydrogen bomb. In spite of our careful morphological and ecological observations on plankton, we could not recognize any significant effects of bombs on copepods; they were living and thriving in the surveyed waters as before. We think that the plankton was contaminated indirectly by sea water containing the fission products, but was not affected by the explosion itself of bomb. The degree of the radio-active contamination of sea water is shown in table 7.

Table 7. Comparison of the radio-activities of sea water and macroplankton.

Station	5	6	7	8	9	12	15
Date	29/May	30/May	1/June	2/June	3/June	7	10
Radio-activity of surface water	150	450	25	11	3	0	3
Radio-activity of the water at 50 m deep			36				
Maximum radio-activity observed from surface to 200m deep.		(0 m) 450	(50m) 36				
Radio-activity of Copelata	190	490	50	4	0	0	0
Radio-activity of Copepoda		1850	64	29	5	0	5

16	17(1)	17(7)	18	19	20	21	22	23	24	26	27
11	12	12	13	14	19	20	21	23	24	27	28
10	84	5540	70	650	480	1300	210	16	1	10	350
	5800	920	84	420	410	330	730	9	5	9	180
	(50m) 5800	(20m) 6050	(50m) 84	(0 m) 650	(0 m) 480	(0 m) 1300	(50m) 780	(0 m) 16	(75m) 9	(75m) 70	(0 m) 350
0	3800		280	640	410	930	680	14	0	45	170
34	6400		190	980	1300	4100	1940	11	5	78	280

Note : The radio-activity of sea water was estimated by Fe—Ba method and represented by count per minute per litter. The radio-activity of plankton is represented by the value obtained from the dried up sample of 1g. wet weight count per minute. (The values obtained from the samples the weight of which are less than 1g. are converted into the values per one gramme).

The macroplanktons distributed in this region were infected also with radio-activity through the contaminated sea water. The degrees of the radio-activity of macro-planktons at each station are shown in table 8. It is

Table 8. Radio-activities of macroplankton.

Station	Date	Radiolaria				Medusae				Pteropoda			
		Wet		Dry		Wet		Dry		Wet		Dry	
		g.	cpm.	g.	cpm.	g.	cpm.	g.	cpm.	g.	cpm.	g.	cpm.
1	21 May												
2	22												
3	24												
4	29												
5	30	0.3	10	0.05	64	2.7	50	0.1	250				
6	31												
7	1 June												
8	2	0.05	0	<0.05	2	0.55	0	0.1	0	0.45	12	0.1	13
9	3					0.32	0	<0.05	0	0.4	6	0.1	6
10	4									0.1	5	<0.1	7
11	6									0.8	10	0.2	5
12	7					1.75	0	0.15	0	0.4	3	0.15	0
13	8					2.0	2	0.15	0				
14	9					1.1	0	0.1	0				
15	10					0.2	9	<0.05	9	0.05	0	<0.05	0
16	11	0.05	0	0.05	10	0.3	0	<0.05	0				
17	12					0.3	516	0.05	820	0.05	80	<0.05	135
18	13					0.6	80	<0.05	170				
19	14												
20	19					0.2	33	<0.05	50	<0.05	170	<0.05	190
21	20					0.3	230	0.05	284	<0.05	47	<0.05	52
22	21					0.9	87	0.1	140	<0.05	5	<0.05	7
23	23	0.05	0	<0.05	0	1.00	0	0.05	0				
24	24					1.00	0	0.05	0				
25	27												
26	28					1.0	0	<0.05	0	0.05	25	<0.05	43
27	29					1.0	15	0.05	50	0.15	0	0.05	0
28	29												

Copelata				Thaliacea				Copepoda				Other Crustacea			
Wet		Dry		Wet		Dry		Wet		Dry		Wet		Dry	
g.	cpm.	g.	cpm.	g.	cpm.	g.	cpm.	g.	cpm.	g.	cpm.	g.	cpm.	g.	cpm.
0.2	0	<0.1	0												
1.5	0	0.05	0									1.8	0	0.1	9
1.6	0	0.15	0									1.9	0	0.15	0
1.1	12	0.15	28												
1.3	56	0.1	250	3.35	370	0.15	2180								
0.65	154	0.05	320					0.45	460	0.05	830				
0.45	14	0.05	22	2.0	35	0.1	162	1.1	26	0.1	70				
1.00	5	0.1	4					1.6	15	0.2	46				
1.60	0	0.1	0					1.1	2	0.2	5				
2.0	0	.015	1					2.0	0	0.15	4				
1.5	0	0.25	0					1.0	0	0.15	0	0.15	0	0.05	0
2.0	0	0.25	0					2.0	0	0.3	0				
2.0	2	0.2	0	6.4	3	0.05	0	1.5	5	0.25	0				
2.0	2	0.15	7					2.05	0	0.3	13	0.2	5 ?	<0.05	0
0.5	0	0.1	0					0.95	21	0.15	25				
0.6	0	0.05	0					0.65	10	0.05	22				
1.0	2120	0.1	3830	0.2	393	<0.05	725	1.0	3400	0.15	6400	0.15	170	0.05	450
0.25	50	<0.05	70	0.25	140	<0.05	215	1.0	130	0.1	185				
0.7	278	0.1	446					1.0	489	0.1	975	0.25	439	0.05	634
2.0	356	0.15	810					0.8	553	0.05	1000				
0.55	175	0.05	507	1.0	396	<0.05	720	0.25	875	0.05	1022				
1.0	386	0.1	675					1.0	1024	0.1	1935				
1.0	6	0.05	14					1.0	0	0.15	11	1.0	0	0.05	0
1.0	0	0.05	0	0.5	10	<0.05	22	0.95	0	0.05	5	1.0	0	0.05	12
0.85	24	0.1	39	0.8	64	0.05	128	1.0	40	0.1	78	0.75	24	0.05	50
1.0	73	0.1	170					0.95	150	0.1	270	1.0	166	0.05	250
0.5	5	0.05	0	0.7	0	0.05	8	0.55	0	0.1	0	0.7	0	0.1	5

a matter of course that the radio-activity of the dried plankton was much stronger than that of the wet plankton.

Although there may be opinions to define the reproductive period of various animals by morphological characteristics, we prefer the following characteristics as the standard of deciding the reproductive period of copepods :

in female
1. with one or two egg sacs hanging at the genital pore,
2. with eggs or egg masses attached to feet,
3. with uterus or oviduct packed with eggs or egg-masses,
4. with spermatophore hanging at the gential pore or at the dorsal side;

in male
1. with spermatophore attached to the 5th foot,
2. with spermatophore hanging at the genital pore,
3. with spermatophore in the body,
4. with spermatophore attached to the 1st antenna.

Besides these, copepods in coitus are considered to be in the reproductive period, although such a case is scarcely observable in the oceanic species.

The species found in the reproductive period throughout the stations were the following 37 ones :

Calanus darwinii, Cal. helgolandicus, Cal. tenuicornis, Cal. robustior, Cal. gracilis, Cal. minor, Eucalanus attenuatus, Acrocalanus gracilis, Clausocalanus arcuicornis, Clausocal. pergens, Euchaeta marina, Eu. wolfendeni, Euchirella amoena, Lucicutia flavicornis, Lu. ovalis, Heterorhabdus papilliger, Scottocalanus helenae, Scolecithricella danae, Candacia catula, Ca. bispinosa, Ca. aethiopica, Ca. truncata, Ca. curta, Labidocera pavo, La. detruncata, Pleuromamma xiphias, Pleuro. abdominalis, Pleuro. gracilis, Centropages violaceus, Cent. elongatus Cent. calaninus, Pontellopsis perspicax, Corycaeus flaccus, Cory. speciosus, Cory. lautus, Oncaea venusta, Sapphirina stellata.

There were found many individuals in the reproductive period even at highly contaminated stations (Sts. 5, 6, 17—21 and 27) as well as in non-contaminated region.

V. Larval stages of Copepoda.

The body form of Copepoda may be modified remarkably in the period of metamorphosis through copepodite stages. And there are many species, in which the adult and the larva differ so much from each other as if they were belonging to quite different species. Such developmental modifications are clearly seen in the external form of the body, especially in the 1st antenna,

last angles of thoracic segment, genital segment, caudal furca, the 5th pair of feet and furcal setae. The larva of Copepoda undergoes 2—5 moultings and then passes 1—6 copepodite stages before it develops to the adult. Usually the copepodite stages, especially the 5th one, resemble the adult, but in some cases the last stage may differ strongly from the adult. For this reason, larvae of some known copepods have often been recorded as new species, for instances *Calanus plumchrus*, *Temora stylifera*, *Haloptilus mucronatus*, etc. Recently, TANAKA (1954) cleared that *Calanus plumchrus* is nothing but an immature form of *Calanus tonsus*. Thus the insufficiency of the study of the copepod larvae causes frequently some confusions in the identification of species. Here, we are aware of the necessity of studying the copepod larvae. The following described immature form of copepoda means the stages from I to VI of the copepodite stage.

A. *Euchaeta marina* immature male and female. Figs. 2. 3 and 4

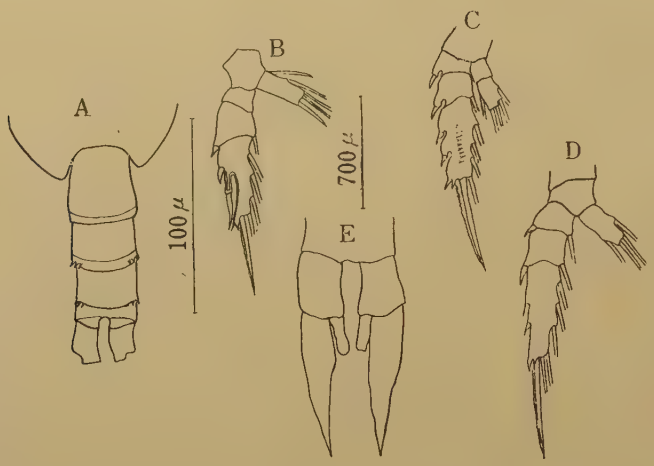


Fig .2 *Euchaeta marina* male.
A. Abdomen, dorsal view. B. 2nd foot.
C. 3rd foot. D. 4th foot. E. 5th pair of feet.

Male. Both the anterior and the posterior divisions consist each of 5 segments; the ratio of length is 21 : 10. The minute spinules on the body surface are not remarkable in larval stages. The exopodite of the 2nd foot consists of 3 segments as in adult; the middle one of the 3 marginal spines on the 3rd segment of exopodite of the 2nd foot is longest reaching to the tip of the terminal spine. The endopodite of the 2nd foot is 1-jointed. The exopodite of the 3rd foot consists of 3 segments and the endopodite consists of 2 segments jointed indistinctly. The exopodite of the 4th foot consists of 3 segments and the endopodite consists of 2 segments. There are many small spines at the middle of the terminal segment of the exopodite. The 5th pair

of feet are nearly symmetrical and bifurcated to long exopodite and short endopodite, the latter is ¼ as long and ⅓ as wide as the former. The proportional length of each segment of the anterior and the posterior divisions are as follows.

Segments of the anterior division

1	2	3	4	5	
50	21	15	17	7	= 100

Segments of the posterior division

1	2	3	4	furca	
24	24	20	17	15	= 100

There are several small spines at the lateral margins of the 2nd and 3rd segments of the posterior division. The 1st antenna consists of 22 segments, of which the 3, 7, 12, 19 and 22 ones are furnished each with long seta.

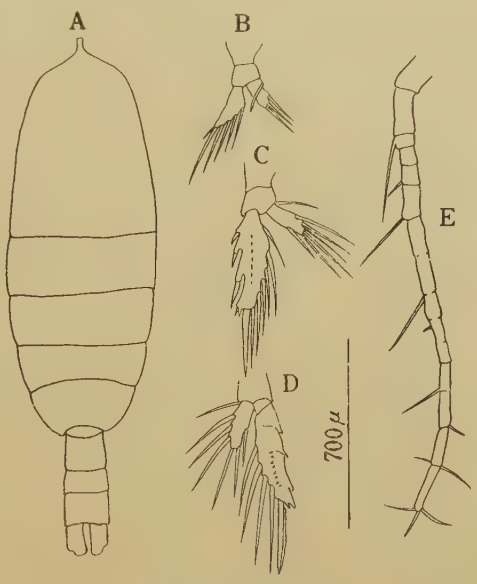


Fig. 3 *Euchaeta marina* female (5th copepodite stage).
A. dorsal view B. 1st foot C. 2nd foot D. 4th foot E. 1st anttenna

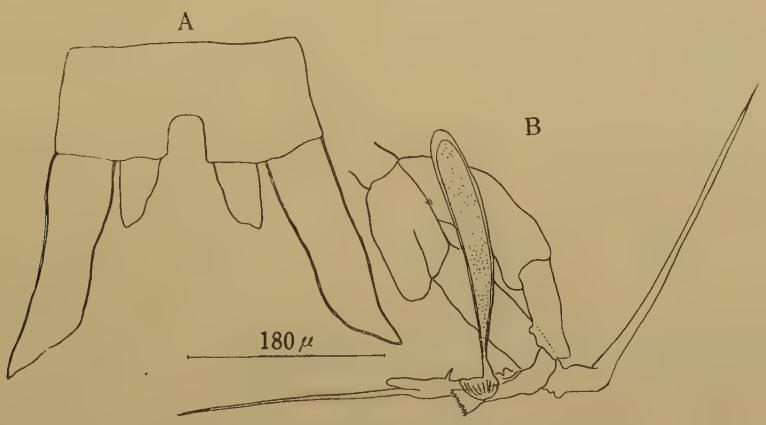


Fig. 4 5th pair of feet of *Euchaeta marina* male.
A. Copepodite stage B. Adult, with spermatophore.

Female. The anterior division consists of 5 segments and the posterior of 4 segments. The proportion of the former to the latter is 21 : 10. The proportional length of each segment is :

Segments of the anterior division

1	2	3	4	5	
52	13	13	8	14	= 100

Segments of the posterior division

1	2	3	furca	
54	12	17	17	= 100

The minute spinules on the body surface are inconspicuous. The exopodite and the endopodite are 1-segmented in both the 1st and the 2nd feet. The exopodite of the 2nd foot has a small spine at the middle. The 4th foot consists of 1-segmented endopodite and 3-segmented exopodite, jointed incompletely. The basal segment and terminal ones of the 1st antenna are distinctly segmented, while the middle part is not yet segmented.

Length. Male 2.8—3.2mm, Female 2.7—3.0mm.

Distribution. This species occurred at the following stations as a dominant one: St. 3,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,26,27,28,

B. *Euchirella amoena* immature male. Fig. 5.

The anterior division consists of 4 segments and the posterior of 6 segments. The ratio of the former to the latter is 17 : 5. The proportional length of each segment is :

Segments of the anterior division

1	2	3	4	
62	15	10	13	= 100

Segments of the posterior division

1	2	3	4	5	furca	
25	12	15	16	15	17	= 100

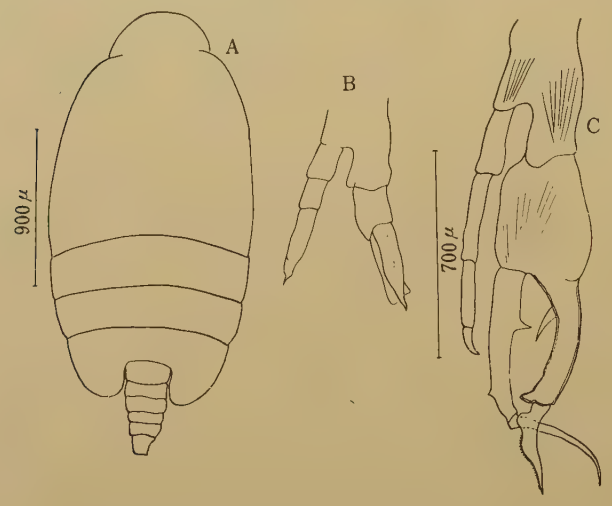


Fig. 5 *Euchirella amoena*.
A. Male, 5th copepodite stage.
B. ♂, 5th pair of feet of larva.
C. ♂, 5th pair of feet of adult.

The 5th foot is asymmetrical; the right foot consists of 2 segments and, of which the distal one is bifurcated. The exopodite is tapering directly to a pointed end. The endopodite is uniform and truncated distally. The left foot consists of 3 segments, the terminal one of which is longest, rearly as long as other two segments, and furnished with a small spine at the distal end. In adult the right 5th foot is modified into the forceps and the left one consists of 4 segments. Length 2.7—4.5mm.

Distribution. This species occured abundantly at the following stations; St. 6, 8, 11, 15, 27, 28.

C. *Scolecithrix danae* immature male. Fig. 6.

The anterior end of head is rounded. The anterior division consists of 5 segments and the posterior of 6 segments. The proportion of the former to the later is 4 : 1. The proportional length of each segment is :

Segments of the anterior division

1	2	3	4	5	
55	17	15	7	6	= 100

Segments of the posterior division

1	2	3	4	5	furca	
24	16	15	15	22	8	= 100

The 5th pair of feet are nearly symmetrical consist each of 2 segments, the distal segments are bifurcated. Endopodite is shorter than exopodite and about ½ as wide as the latter. The ratio of the anterior division to the posterior one is 3.5 : 1 in adult.

The proportional length of each segment in adult is as follows:

Segments of the anterior division

1	2	3	4	5	
70	13	12	3	2	= 100

Segments of the posterior division

1	2	3	4	5	furca	
28	28	18	10	6	10	= 100

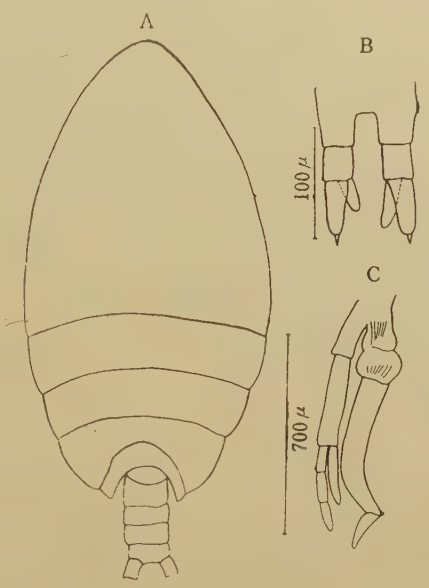


Fig. 6 *Scolecithrix danae.*
A. 5th copepodite stage.
B. 5th pair of feet of larva.
C. 5th pair of feet of adult.

Both 5th feet are elongated and modified; now the right foot is uniramous and the left one is biramous, exopodite being 3-segmented and endopodite 1-segmented.

Length. Larva 1.9—2.7mm, Adult 2.3—3.0mm.

Distribution. This species, especially larval forms, occurred at the following stations: St. 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 23, as a dominant species next to *Euchaeta*.

D. *Pleuromamma xiphias* immature female. Fig. 7.

The anterior division consists of 4 segments and the posterior of 3 segments. The proportion of the former to the latter is 3 : 1. There is a darkly pigmented knob on the left side of the cephalothorax. The proportional length of each segment is as follows :

Segments of the anterior division

1	2	3	4	
67	10	8	15	= 100

Segments of the posterior division

1	2	furca	
21	48	31	= 100

The basal segment of the 1st antenna is already provided along both the anterior and posterior margins with curved small spines as in adult. The 5th feet are symmetrical and consist each of 2 incompletely jointed segments, and are furnished with a spine at the distal end, but devoid of fine spines at the inner margin, which are found in adult. The same feet of adult are

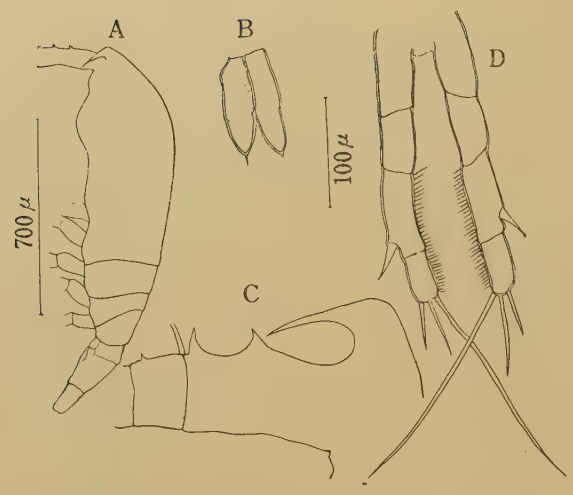


Fig. 7 *Pleuromamma xiphias.*
A. Lateral view, copepodite stage.
B. 5th pair of feet, copepodite stage.
C. Basal segment of 1st antenna, copepodite stage.
D. 5th pair of feet of adult.

also symmetrical and consist each of 4 segments, the outer margin of the 3rd segment has a spine and the terminal segment has 3 apical setae, of which the inner-most one is longer than the rest.

Length. 1.2—1.8mm.

Distribution. This species was obtained abundantly at Sts. 27 and 28.

E. *Centropages violaceus* immature male. Fig. 8

The anterior division consists of 5 segments and the posterior of 6 segments. The proportional length of segments are as follows :

Segments of the anterior division

1	2	3	4	5	
51	16	12	11	10	= 100

Segments of the posterior division

1	2	3	4	5	furca	
21	19	19	14	6	21	= 100

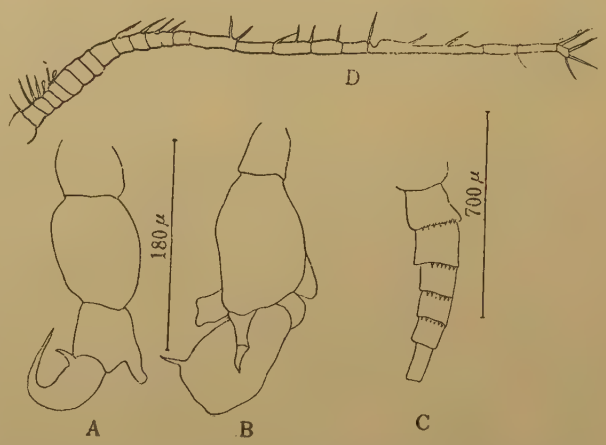


Fig. 8 Copepodite stage of *Centropages violaceus* male.
A. Right 5th foot. B. Left 5th foot.
C. Abdomen, lateral view. D. 1st antenna.

The most remarkable difference between the larva and the adult lies in that the posterior margin of the abdominal segments excepting the anal one are denticulate conspicuously. This denticulation is much reduced in adult. The exopodite of the right 5th foot is furnished on the terminal segment with 2 spines, both curved inwards. The terminal segment of the left foot is swelled and furnished with a spine. The right antenna consists of 24 segments and is slightly modified to the grasping antenna. The 19th segment is the longest of all.

The proportional length of each segment in adult is as follows :

Segments of the anterior division	1	2	3	4	5	6	
	44	20	10	11	10	5	= 100

Segments of the posterior division	1	2	3	4	5	furca	
	20	20	16	12	12	20	= 100

The 5th pair of feet are asymmetrical, the 2nd segment of the left exopodite is furnished with 2 long and staut spines on the outer margin. The right exopodite is furnished with 2 spines, one of which is protruded and curved inwards, while the other is modified to a club-like spine. There are 2 spermatophors in the thorax of adult, they are 600—700 μ in length.

Length. Larva 1—1.5mm, Adult 1.5—2.0mm.

Distribution. This species was recorded at St. 6; immature individuals were rare.

F. *Candacia truncata* immature male. Fig. 9

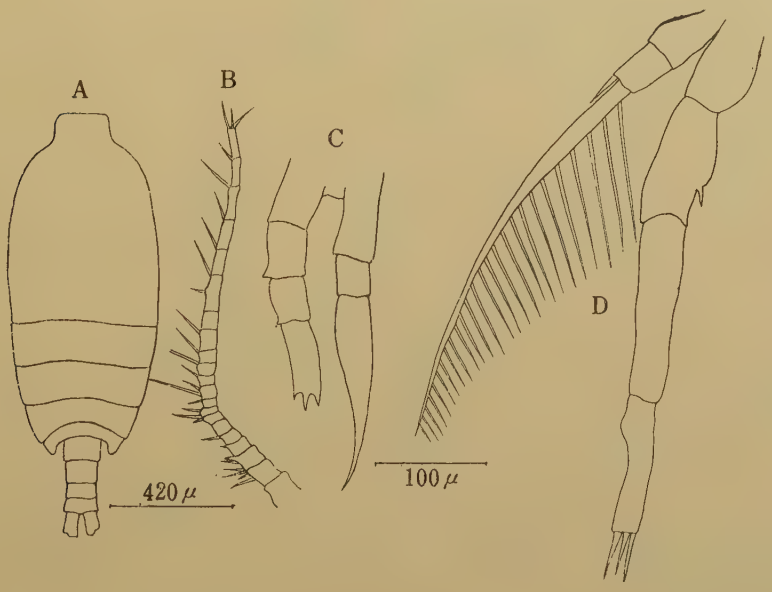


Fig. 9 ***Candacia truncata***
A. Copepodite stage, dorsal view.
B. 〃 , 1st antenna.
C. 〃 , 5th pair of feet.
D. 5th pair of feet, adult.

Both the anterior and posterior divisions consist of 5 segments, the proportion of the former to the latter is 3 : 1. The proportional lengths of respective segments are as follows :

Segments of the anterior division	1	2	3	4	5	
	72	9	10	6	3	= 100

Segments of the posterior division	1	2	3	4	furca	
	20	30	20	17	13	= 100

The 1st antenna consists of 22 segments, but it is far from a grasping antenna, the knee-like articulation being not yet formed. The left 5th foot consists of 4 segments and is furnished with 3 small spines on the terminal segment, the right foot consists of 3 segments, the dictal one of which is elongated to a seta, but not yet modified to a plumous one.

Length. 1.2—1.6mm.

Distribution. This species was obtained at the following stations : Sts. 6, 7, 10, 11, 17, 19, 24, 27, common but not abundant.

G. *Candacia bipinnata* immature male. Fig. 10

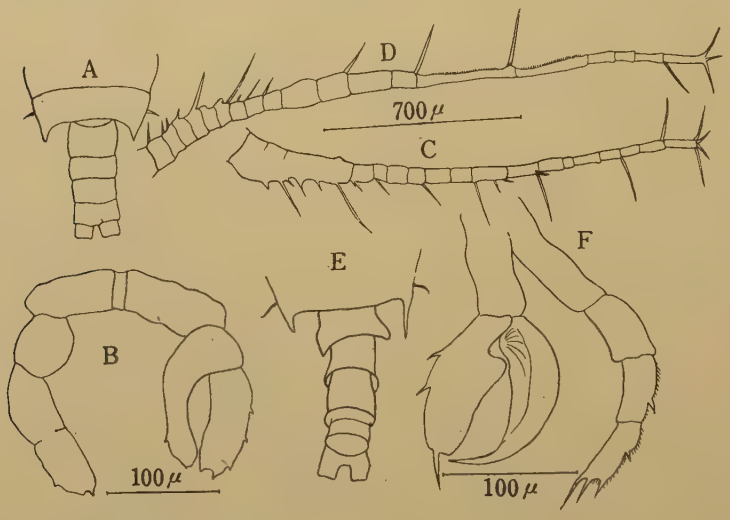


Fig. 10 *Candacia bipinnata*.
A. Abdomen, copepodite stage. B. 5th pair of feet, copepodite stage.
C. 1st antenna, copepodite stage. D. 1st antenna, adult.
E. Abdomen, adult. F. 5th pair of feet, adult.

Both the anterior and posterior divisions consist of 5 segments. The proportional length of respective segments are as follows :

	1	2	3	4	5	
Segments of the anterior division	38	20	15	15	12	= 100

	1	2	3	4	furca	
Segments of the posterior division	38	20	15	15	12	= 100

The 1st antenna is not yet modified to a grasping organs; the 6 basal segments are fused one another and their articulations are indistinct. The postero-lateral angles of the last thoracic segment differ from those of the adult, being arranged symmetrically and with a spinule on each lateral side of the segment. The posterior division of body consists of 5 segments instead of 6 ones in adult, the anal segment is separated incompletely. The 1st to 4th feet resemble those of adult. The 5th foot, however, differs much

from that of adult, being asymmetrical and consisting of 2 segments. The right foot forms a simple forceps, while the left one consists of 4 segments and is devoid of fine hair on two distal segments, which are found distinctly in adult.

Length. Larva 1.8—2.0 mm, Adult 2.1—2.6mm.

Distribution. Both immature and adult forms were obtained at Sts. 6 and 21.

H. *Candacia curta* immature male. Fig. 11.

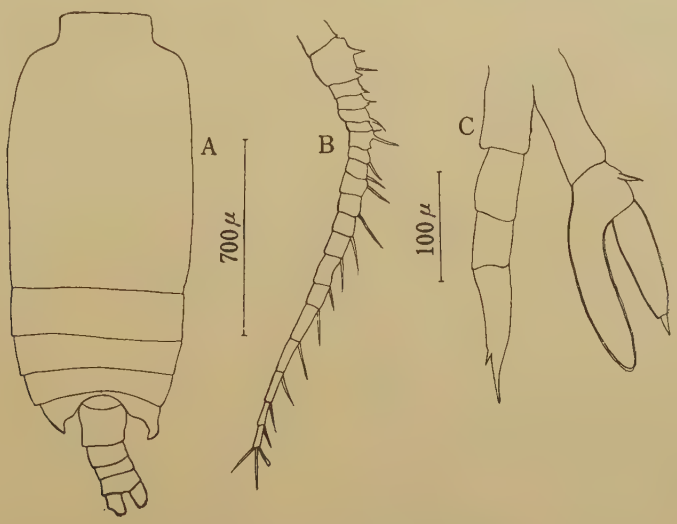


Fig. 11 *Candacia curta*. copepodite stage.
A. Cephalothorax, dorsal view.
B. 1st antenna.
C. 5th pair of feet.

Both the anterior and posterior divisions consist of 5 segments. The ratio of the former to the latter is 3.5 : 1. The proportional lengths of respective segments are as follows :

	1	2	3	4	5	
Segments of the anterior division	70	12	9	7	2	= 100

	1	2	3	4	furca	
Segments of the posterior division	39	19	17	11	14	= 100

The 1st antenna is not yet modified to a grasping organ, the knee-like articulation being indiscernible. The right postero-lateral angle of the last thoracic segment is slightly protruded asymmetrically and curved inward. The genital segment is also asymmetrical in form. The right 5th foot consists of 2 segments, forms a forceps and is furnished with a small spine at distal end of the endopodite. The left foot consists of 4 segments, of which the terminal one is bifurcated and devoid of setae along the outer margin.

Length. 1.5—2.0mm.
Distribution. Occurred sparsely at St. 11.

VI. Conclusion.

Samples of macro-zooplankton hauled by larva-net in the waters around Bikini Atoll during the period from May to June 1954 are treated here. It is a noteworthy fact that 118 species of copepods, including 19 genera and 38 species in the reproductive period, were found in the material besides many other animals, although they were contaminated by fission products more strongly than the water or fishes collected at the same stations. Results of the careful examination upon the plankton composition reveal that there is no species, the distribution of which was affected seriously by the contamination of water due to fission products, while there are several species, the distributions of which were different in accordance with the oceanic currents. On the larval stages of Copepoda, we cleared such as *Euchaeta marina*, *Euchirella amoena*, *Scolecithrix danae*, *Pleuromamma xiphias*, *Centropages violaceus*, *Candacia truncata*, *Cand. bipinnata* and *Cand. curta*.

Literature cited.

ANRAKU, M., : 1952. Plankton copepods collected by R. S. "Yushiwo-maru" in Pacific waters to the east of northern Japan during her cruise in November, 1948. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., **3** (1). pp. 31~39.

———— : 1953. Seasonal distribution of pelagic copepods at Oshoro Bay, west coast of Hokkaido. Ibid. **3** (3), pp. 172~192.

———— : 1954. Distribution of plankton copepods off Kitami, Hokkaido, in Okhotsk Sea in summer, 1949 and 1950. Ibid. **4** (4), pp. 249~254.

———— : 1954. Copepods collected on Whaling Ground Northern Japan and around Bonin Islands. Ibid. **5** (1), pp. 1~8.

DIETZ, R. S. and M. J. SHEEHY, 1953. Transpacific Detection by Underwater Sound of Myojin Volcanic Explosions. Jour. Ocean. Soc. Jap., **9** (3,4), pp. 53~84.

KITOU, R. : 1952. Plankton in the Adjacent Seas of Marshall Islands. Ocean. Rept. Centr. Meteor. Obs., **2** (4), pp. 111~117. (in Japanese).

MARUMO, R. : 1952. On the variation of the planktological conditions at the Southern Fixed Point (June 1950~May 1951) , Kaiyohokoku, **2** (4), pp. 387~404(in Japanese).

———— : 1953. On the Oceanographical Condition in the Neighbouring Sea of Myojin Reef and the Volcanic Action of the Reef in September 21, 1952. Ibid. **3** (1,2), pp. 115~118(in Japanese).

Research. Division, Fisheries Agency of Japan. : 1955. Report of the investigation cruise

for the contamination of the fission products derived from Hydrogen bomb in the waters around Bikini Atoll.

TANAKA, O. : 1954. Note on *Calanus tonsus* Brady in Japanese Waters. Jour. Ocean. Soc. Japan. **10** (1), pp.29~39.

TOKIOKA, T. : 1955. On some plankton animals collected by the Shunkotsu-maru in May-June 1954. I Chaetognatha. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., IV(2—3).

TOKIOKA, T. : 1955. On some plankton animals collected by the Shunkotsu-maru in May-June 1954. III Appendicularia (MS.)

TSURUTA, A. and T.CHIBA, : 1954. On the Plankton at the Fishing Ground of Tuna in the Mid Pacific Ocean (1953). Jour. Shimonoseki Coll. Fish., **3** (3), pp. 249~253. (in Japanese with English summary).

工場排水中に含まれる炭酸カルシユームの浮游粒子がアコヤガイに及ぼす影響※

小　林　　博

Effects of Floating Particles of Calcium Carbonate Contained in Drainage from Industry on the Vitality of Pearl Oyster.

By
Hiroshi KOBAYASHI

Effects of particles of calcium carbonate floating in sea water on the vitality of pearl oyster were investigated from view points of oxygen consumption of the oyster, ciliary movement of the gill, opening and closeing movement of the shell, time of mortality, etc. The particles in "Test no. 6" have influences upon the respiration of oyster in concentration of 1/60,000 (Cf. Fig. 3 and Tables 3, 4, 6 and 8). A toxic substances was not found by chemical analysis of the drainage, although pH value of experimental sea water was slightly larger than the normal. Moreover, effects of filtrated experimental sea water on ciliary movement, shell movement and heart beating were not recognized. It follows therefore that the oyster may have been suffocated by floating particles of calcium carbonate in sea water.

緒　　言

最近炭酸カルシユーム製造工場からの排水によつて養殖中のアコヤガイが斃死する事実があつた。排水の化学分析によつてもその中に生物に対して特に有害と認められる物質は見出されず，又海水中では炭酸カルシユームは既に飽和に溶解して居り，普通の状態ではこれ以上の溶解は殆んで考えられないから，海水中の Ca イオン増加の影響でもない。それで斃死の原因は単に海水中に浮游している炭酸カルシユームの粒子が鰓に沈着して機械的障害を与えるために，呼吸作用が害されるのではないかと考えられる。此の様な問題について，倉茂（1942）は海水中の浮游土がアサリの生活力に悪影響を及ぼし，2～8％の濃度の浮游土を含む海水中では，濃度の増加に対して斃死率の増加することを述べている。又赤潮発生の場合にはプランクトンが鰓につまつて呼吸困難を起すため魚介類が斃死することが古くからいわれている。斯様に海水中の浮游土やプランクトンなどの微小物が鰓に密着して，機械的に呼吸機能に障害を来すという推論は充分可能性のあることであるが，未だこれを裏付ける様な生理的実験を見ない。著者は日本真珠研究所よりアコヤガイ斃死の原因考察に就いての本研究を依頼されたので，海水中に浮游する種々の炭酸カルシユームの粒子がアコヤガイの呼吸作用に及ぼす機械的障害の有無，程度を知るために，この問題を介の酸素消費量，鰓の繊毛運動，介殻の開閉運動，其の

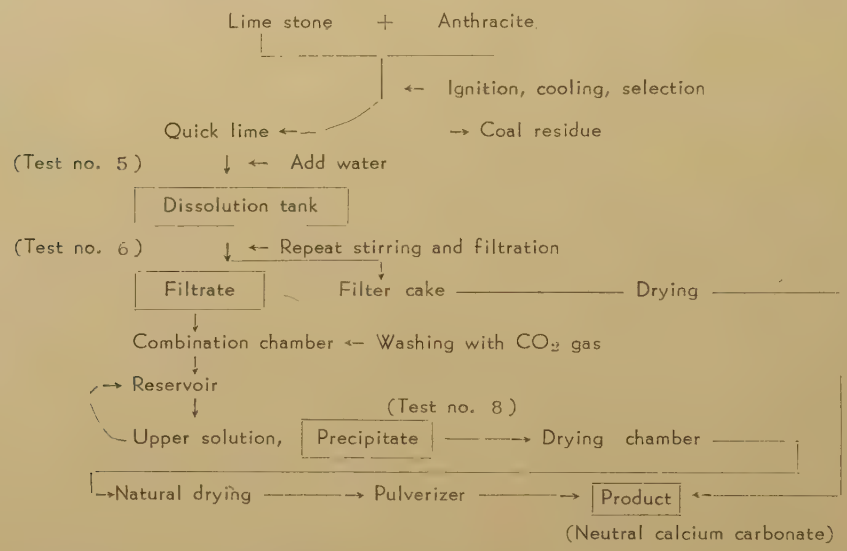
※ 水産講習所研究業績　第183号．日本真珠研究所報告　第51号．

他から考究した。此等の研究により浮游粒子がアコヤガイに窒息死を起させる可能性のあることが分つたので，その結果について報告する。

材料及び方法

供試材料であるアコヤガイ *Pteria (Pinctada) martensii* DUNKER は山口県仙崎町深川湾に於いて養殖されたもので，年令2～3年，殻長 5～7 cm であつた。介はすべて実験前4～5日間研究室内でガラスバット中に飼育した。実験に使用した炭酸カルシユームは日本真珠研究所より送附されたもので，第1表に示す様に工場の市販製品である白艶華（中性炭酸カ

Table 1. Respective sampling in manufacturing process of calcium carbonate.



ルシユーム）及び検査物として製造過程中の溶解槽，沈澱槽，濾過槽より得られた炭酸カルシユームである（これらを夫々5号，8号，6号炭カルと呼ぶことにする）。尚中性炭カルは白色の粘土状，5号，8号炭カルは茶白色の乾燥粉末，6号炭カルは白濁の液体状で，此等物質の化学分析結果は第2表に示した*。

Table 2. Analytical data of $CaCO_3$ used in this experiment.

No. of test $CaCO_3$	S_2O_2 , Petropowder	Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2	Ca	Mg	OH	CO_3	Total
No. 5	4.98 %	0.90 %	47.12%	0.33%	33.39%	12.23%	98.95%
No. 8	1.60	0.36	38.34	0.36	0	58.72	99.38
No. 6	1.00	0	51.23	0.24	36.24	13.45	102.16

作用させた実験液は 1 ℓ の海水に炭酸カルシユーム 0.15 g（乾燥量）を浮游させて作つた。即ち 1：15,000 のものを濃度1として，この倍倍稀釈を用いた。実験液の pH 値は濃度1の場合，6号，8号，5号炭カルでは夫々 8.7, 7.9, 8.3 であつた（使用海水は 7.9 であつた）。

* 分析は神戸地方裁判所の命により神戸大学工学部井上嘉亀氏によつてなされたものにつき日本真珠研究所に於て検討した。

酸素消費量の測定は第1図に示す装置により，ウインクラー法を用いて行つた。鰓の繊毛運動は野村・冨田法[7]により，介殻運動はキモグラフに描画させることに[1,2]より夫々測定を行つた。実験方法の詳細は次の各実験の項で述べる。尚実験は1954年9月から11月に亘つて行つたものである。

実験並びに結果

（1）酸素消費量　実験装置は第1図に示す様に1.2ℓ入りのガラス円筒容器を用い，底より2cmの高さに張つた金網上にアコヤガイを2～3個置き，水面に流動パラフインを2cmの厚さに注加し空気と庶断した。実験液は絶えず攪拌を行い，作用させてから1時間後に於ける酸素消費量を測定し，それを体重10g，1時間当りの酸素消費量に換算してmg数で表わした。中性炭カルに就いて行つた実験結果は第2図に示した。

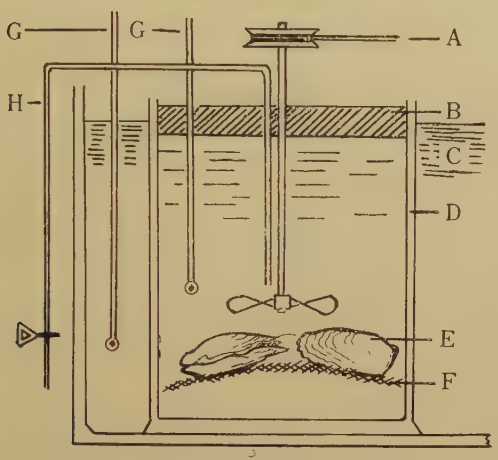


Fig. 1. Experimental apparatus used in measuring oxygen consumption of pearl oyster. A, stirrer B, liquid paraffin, C, water tank of constant temperature; D, respiratory chamber; E, pearl oyster; F, net; G, G', thermometer; H, Siphon for sampling water.

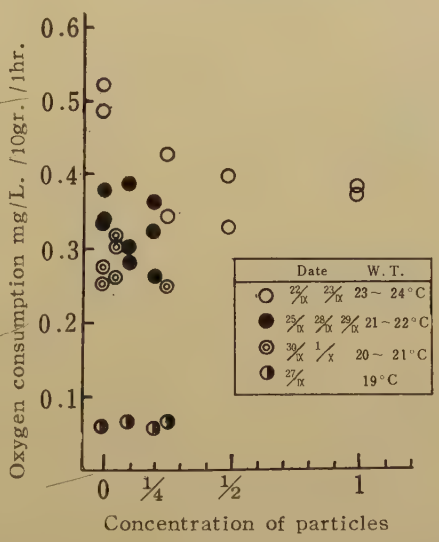


Fig. 2. Oxygen consumption of pearl oyster affected by sea water with floating particles of neutral calcium carbonate. (Concentration 1 shows rate of 1 : 15,000)

酸素消費量は温度によつて勿論異るが，炭カルの粒子によつても影響を受け，粒子濃度が1/10より増すと酸素消費量は低下を来たし，更に濃度が1/4より大きくなるに従い影響が著しくなることが認められた。尚10月27日に行つた実験に於いて酸素消費量が著しく少いことは，その時使用した介の解剖所見によれば鰓に多量の細泥が附著していたことから，15号颱風によつて飼育中のアコヤガイが，何か生理的悪条件下にあつたものと思われる。

次に工場から提出された検査物についての結果は第3表，第3図に示した。即ち5号炭カルでは濃度1に於いて酸素消費量は幾らかの低下を来した場合もあるが著しい影響は認められなかつた。然るに，8号，6号炭カルについては濃度1に於いて明らかに影響が認められ，特に6号では濃度が1/4より増加するに従い直線的に酸素消費量は低下した。尚介体に附著した炭酸カルシユーム粒子は以上の何れの場合も作用後30分～1時間には介体から分泌された粘液に纏絡して沈澱した。

（2）鰓の繊毛運動　炭酸カルシユームの粒子によつて繊毛運動が蒙る機械的障害の程度を

知るためにこの実験を行つた。摘出した鰓片を各々の濃度の実験液に入れ，15時間（又は24時間）後の速度を測定し，正常海水中の速度に対する百分率でその活力を表示した。中性炭カルによる試験結果では（第4表），濃度が¼より増すに従い繊毛運動の速度が漸減した。その他の被検物について同様にして試験した結果（第4表），5号炭カルでは濃度1に於いて速度が減少し，8号炭カルでは速度の減少は認められず，寧ろ促進される結果となつた。然るに6号炭カルでは濃度¼，½で既に速度の著しい低下が認められ，特に濃度1，¾では鰓片は萎縮し，繊毛運動による匍匐は全然行わなかつた。

尚，実験液を5～15時間静置して，浮游粒子を沈澱させた上澄液に就いて実験した結果は，第5表に示した様に，繊毛運動は殆んど影響を受けなかつた。

（3） 介殻の開閉運動　介殻の閉殻反応は有害な刺戟を避けるためだけではなく，一時に多量の水を排出することによつて積極的に刺戟物質を排除する目的を持つている。即ち洗滌運動を行うからこの閉殻運動によつて，浮游粒子が作用された場合の呼吸作用の異常を知ることが出来ると考えられるので此

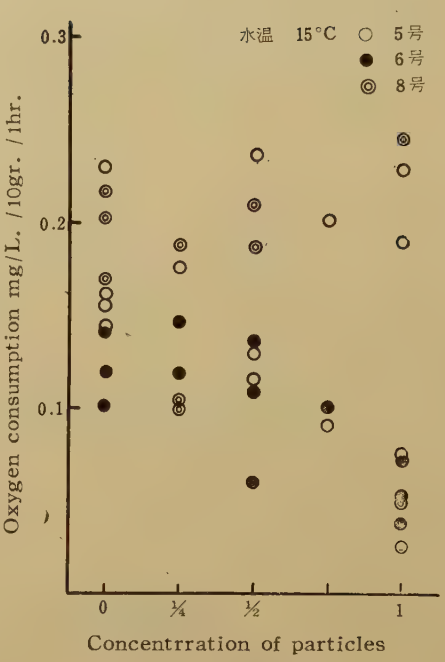


Fig. 3. Oxygen consumption of pearl oyster affected by sea water with floating particles of calcium carbonate prepared for examination. (Concentration 1 shows rate of 1:15,000.)

Table 3. Oxygen consumption of pearl oyster affected by floating particles of calcium carbonate.

	Exp. no.	Oxygen consumption mg/L. 10gr./1hr. Concentration (1 = $CaCO_3$ 0.158gr./L.)					Date
		1	¾	½	¼	Control	
Test no. 5	1.	0.075	—	0.116	0.175	0.161	20/XI
	2.	—	—	0.233	—	0.155	21/XI
	3.	0.188	0.200	0.129	—	0.144	21/XI
	4.	0.226	0.090	—	—	0.230	—
	5.	—	—	—	—	0.221	25/XI
Test no. 8	1.	0.243	—	0.235	0.104	0.216	17/XI
	2.	0.025	—	0.208	0.101	0.202	18/XI
	3.	0.051	—	0.186	0.187	0.169	18/XI
Test no. 6	1.	0.038	—	0.130	0.146	0.142	22/XI
	2.	0.071	0.097	0.059	—	0.119	23/XI
	3.	0.053	—	0.108	0.118	0.101	23/XI
	4.	—	—	—	—	0 114	24/XI
	5.	—	—	—	—	0.116	24/XI

Notes 1. Water temperature; 16～17°C
2. Control shows values of experiments in ordinary sea water.

Table 4. Relative speed of the ciliary movement of the gill of pearl oyster affected by floating particles of calcium carbonate.

Concentration	Relative speed (%) at water temp. 18°C			
	Test no. 5	Test no. 8	Test no. 6	Neutral $CaCO_3$
1	45.4	125.0	0	70.3
¾	81.8	181.2	0	—
½	97.7	141.7	57.3	80.9
¼	104.2	134.0	82.9	92.1
Control	115.9	113.6	118.9	109.0

Table 5. Effect of upper solution of experimental sea water on the ciliary movement of the gill of pearl oyster at various intervals.

	Speed in o. s. w. mm/min.	Speed in exp. s. w. mm/min.	Relative speed (%)
After 5 hrs.	I. 17.5 II. 19.3	14.6 17.6	83.4 91.2
After 15 hrs.	I. 25.6 II. 24.5	23.3 22.1	88.5 90.2

Notes; 1. o. s. w., ordinary sea water. 2. exp. s. w., experimental sea water.

の実験を行つた。実験方法は一方の介殻を歯科用のクイツクセメントで石に固着させ，他殻を絲で貭杆に結び殻の開閉状態をキモグラフに描画した。実験は介殻運動の日週期変化を考慮して，毎日16—20時の間の略々一定の時刻に行い，実験液中の閉殻回数を正常海水中のそれに対する比で閉殻率を表示した。

結果は第6表に示す様に炭酸カルシユームの粒子の浮游濃度が極めて大なる時は，介は閉殻

Table 6. Rate of shell movement of pearl oyster affected by floating particles of calcium carbonate.

Concentration	Rate of shell movement at water temp. 20°C			
	Test no. 5	Test no. 8	Test no. 6	Neutral Ca CO_3
1	2.33	1.85	0.50	2.60
¾	—	—	4.50	—
½	0.77	1.23	1.00	1.80
¼	—	1.00	1.05	1.40
Control	1.00	1.25	1.75	—

Notes; 1. Rate of shell movement in Ordinary sea water = 1
2. Control shows the rate which is affected by filtrated experimental sea water.

状態をつづけるが，一般に粒子濃度の増加により閉殻の頻度が増大し，且つ第4図に認められる様に閉殻の期間が長くなり，両介殻の間隙が小さくなる。5号，8号炭カルでは濃度½以下の場合は正常の回数と著しい差異は認められなかつたが，濃度1では閉殻回数が顕著に増加した。6号炭カルでは濃度¾，1で影響が表れて居り，殊に濃度1では固く殻を閉ぢ続けて時々開殻を突然行う様な状態が多かつた。実験の一例を第5図に示したが，此等の曲線の形態は GALTSOFF 等の牡蠣の場合に酷似している。尚，本実験では対照として被検液を濾過

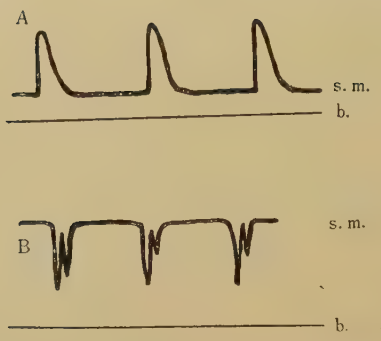


Fig. 4. Schema of open-close movement curve of the shell of pearl oyster. A and B show curves at ordinary sea water and experimental sea water respectively. s. m., curve of shell movement; b, base line. The writing pen is in the uppermost position when shells are closed.

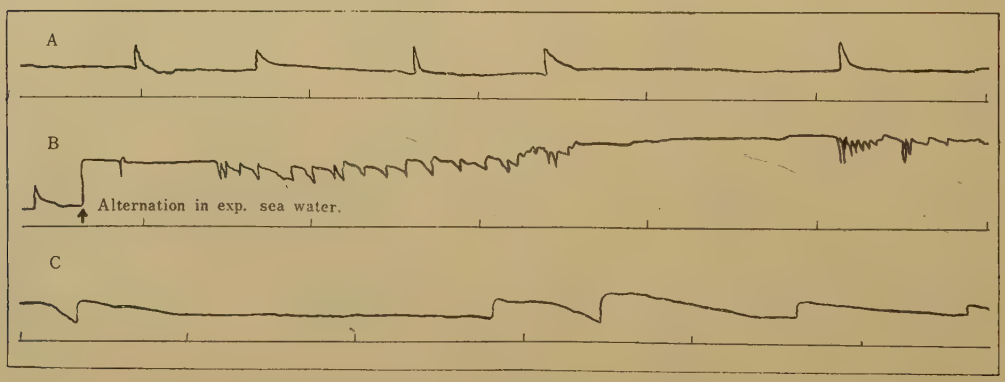


Fig. 5. Kymograph records showing the shell movement of the normal oyster and the oyster affected by sea water with floating particles of calcium carbonate at a concentration of 1 : 15,000. The base line is marked in 10 minute intervals. A, demonstrates normal activity of the oyster in ordinary sea water. B, shows the immediate response to the addition of experimental sea water, which is followed by extended periods of shell closure. C, presents tracings showing the shell movement in filtrated experimental sea water in which the oyster does not response as B. The writing pen is in the uppermost position when shells are closed.

し浮游炭酸カルシユーム粒子を除いた海水を作用させたが，その場合の閉殻率は正常海水中のそれと異らなかつた。

（4） **濾過被検液が心臓搏動に及ぼす影響**　前述の実験の様に浮游粒子がアコヤガイに影響を与えるならば，これを濾過して粒子を除いた液を作用させた場合は正常の状態と変らない筈である。それで実験2，3に示した様に実験液を濾過して作用させると殆んど影響は認められないが此の点を更に確める為に，摘出心臓に作用させた結果，第6図及び第7表に示した様に心臓のなす仕事量[5]には変化は認められなかつた。即ち之等4種の被検物中には海水に溶解して心臓の活動を低下させる様な物質は存在しないと考えられる。

（5） **致死時間の測定**　1.2ℓ 入りのガラス容器に各々の濃度の液を入れ，アコヤガイ2個宛収容し，温度を15～16°C に保ち昼間は3時間，夜間は6時間毎に換水しながら致死時間を

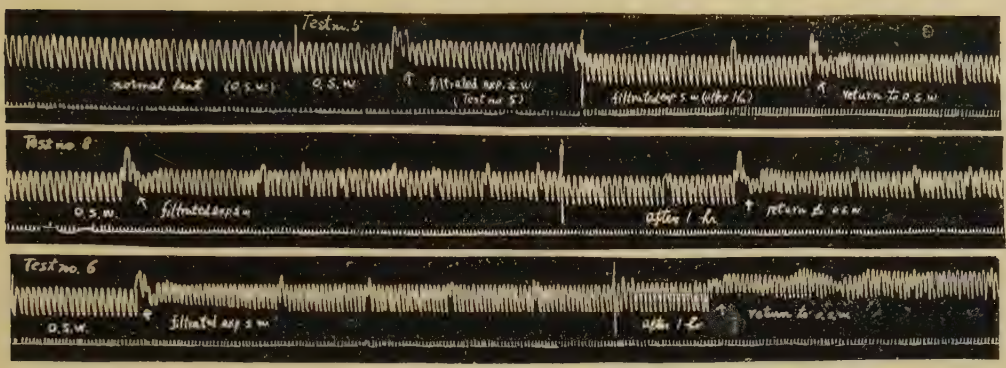


Fig. 6. Effects of filtrated experimental sea water on the heart beat of pearl oyster. It is not found to change the heart beat by alternation of the medium. Time in 6 sec. Water temp. 16°C.

Table 7. Effect of filtrate of experimental sea water on the heart beat of pearl oyster. Water temperature 16°C.

	Heart activity							
	Ordinary sea water		Exp. sea water, immediately afterwards			Exp. sea water, after 1hr.		
	Freq.	Ampli.	Freq.	Ampli.	Relative work (%)	Freq.	Ampli.	Relative work (%)
Test no. 5	6.1	10.0	6.4	10.2	107.1	6.2	9.4	95.6
Test no. 8	5.9	9.6	6.0	8.9	94.3	6.3	9.1	101.2
Test no. 6	6.5	0.9	6.7	8.9	102.9	7.5	9.7	125.7

Notes; 1. Freq., Number of heart beat per minute.
2. Ampli., Amplitude of contraction (mm).
3. Relative work was compared with the work in ordinary sea water before experiment.

測つた。攪拌は実験の都合により8号炭カルのみについて行つた（第8表）。而して5号炭カルについては濃度½，1では日数の経過につれて8日目頃から外套膜，鰓の機械的刺戟に対して閉殻反応は稍々鈍つたものの，本実験の期間内には死に致らなかつた。之に対して8号炭カ

Table 8. Time in days required to cause death during 2 weeks. Water temperature 16°C.

Concentration	Test no. 5	Test no. 8	Test no. 6	Neutral $CaCO_3$
1	0	14.0	4.5	0
½	0	9.0	3.5	0
¼	0	0	8.0	0
Control	0	0	0	0

Note; Control stands for ordinary sea water.

ルでは濃度½，1で死ぬものがあつた。6号炭カルでは影響著しく2日目頃から介の活動力鈍り，3日目頃から斃死が見られた。一方対照の正常海水中のものは全然斃死が見られず，実験期間中活動力は活潑であつた。

考察

海水中に浮游している炭酸カルシユームの粒子がアコヤガイの呼吸作用に及ぼす影響を，介体の酸素消費量，鰓の繊毛運動，介殻運動などを指標として調べ，明らかに影響があることを見出した。此等の指標は最近，A. COLLIER[1]，P. S. GALTSOFF[2] 等により牡蠣の生理学的活力表示に有意義であるとされ，而して繊毛運動は短時間の，介殻運動は長時間の活力記録に用いられている。従つて本実験結果は浮游粒子の影響を受けたアコヤガイの生活力を考察するにあたつて一つの基礎を与えるものと思う。

5号，8号炭カルは濃度¾以上に於いて，アコヤガイの活力に対して有害に作用する様で，6号炭カルでは¼の低濃度で既に影響を及ぼしている。この事は第2表に示す様に5号，8号炭カルは SiO_2 及び岩石粉末が多く，又粒子の直径* も大きいから粒子の沈降速度が速いことに基因していると思われる。それに対して6号炭カルは粒子の水中に於ける浮游時間が長く，且つ海水と混合して膠質状態となるため，呼吸水として殻の中に入る機会が多く，従つて鰓の繊毛に纏絡して，その運動を阻害し，呼吸の異常を惹起し，遂には窒息せしめると考えられる。浮游物も濃度の低い時は介殻の開閉運動に依る洗滌作用でこの障害を防禦出来るが，濃度が増大すれば介殻を閉ぢ続けるので酸素消費量の低下を来たし，窒息に陥る事，或は又，閉殻筋の疲労により両殻の間隙の拡大のため却つて鰓の汚染が増大する事（P. S. GALTSOFF '47）などによつて生理的障害が生じることが推察される。そしてこの障害に基く呼吸作用の異常が長時間に亘り累積されると，各器官別について行つた短時間の測定では影響の出ない程低い濃度でも死に致ると考えられる（第8表）。

森（'48）によればアコヤガイは可成りの低圧酸素張力の海水中でも酸素消費量に異常はないので，本実験の容器内の被検液中にはアコヤガイが呼吸するのに尚充分な酸素張力は存在していたと考えられるから，実験1に示す酸素消費量の低下は海水中の酸素張力の低下に基くものではない。

更に5，6号炭カル中には OH^- が多いので（第2表）斃死の原因として pH の影響も考えられるが，調整された実験液の pH の範囲内（pH 8.7—8.3）では繊毛運動速度は寧ろ促進されねばならない（小林・松井，53）[4]。然るに第4表に示す様に著しく減少していることは，やはり斃死の原因として OH^- の増加ではなく浮游粒子の影響以外には考えられない。

更に介殻の開閉運動に就いて6号炭カルでは，濃度¾では著しく開殻回数が増加しているのに対し，濃度1では寧ろ開殻回数が減少し，閉殻の時間が長くなつている。このことは濃度1が介にとつて好ましくない条件である為に，鰓に対する斯様な刺戟を極めて避けている様に考えられる。そして，一般に濃度½の致死時間が濃度1のそれより短いことは，濃度½の方が開殻回数が多いから鰓の汚染，破損が著しい為に，閉殻による呼吸困難よりも，やはり鰓の機械的障害による影響の方が大きくなると考えられる。

又被検液を濾過して摘出心臓に作用させた結果，何れも搏動の停止を起したり，或はその仕事量の低下を生じたりしないから（第6図，第7表），アコヤガイの心臓機能ひいては生活機能に影響を及ぼす物質は被検物中に存在していないだろうと考えられる。尚又，別の機会に詳しく述べるが，致死実験で斃死した介の鰓の組織所見では，正常のものと較べて鰓絲の破壊，切断が著しく観察され，鰓の機械的障害が一層よく理解された。

* 直接ミクロメーターでは測れなかつたので顕微鏡写真により観察した。

以上の実験は夫々の結果に於いて多少の相異はあるが，何れも介の重要生活機能である呼吸作用に影響を及ぼしていることは明白である。又本実験はすべて水温 15～20°C の範囲で行つたが，温度の上昇は更に低濃度で影響を及ぼすと思われる。更に本実験では材料，検査物の都合で充分な実験例がとれなかつた事は残念であるが，此の様な呼吸作用の異常は長時間に亘れば，その悪影響の蓄積により死の誘因となる可能性は充分推察される。

最近，異常発生したヒトデの駆除に消石灰の撒布が有効な事実に対して内田等（'55）は，石灰粒子がヒトデの鰓に与える物理的障害によるとして居るが，これは著者の説を裏付けるものと思う。

摘　　要

（1） 工場排水中に含まれる炭酸カルシユームの浮游粒子がアコヤガイの呼吸作用に及ぼす影響を，介体の酸素消費量，鰓の繊毛運動，介殻の開閉運動，其の他から追求し，併せて介の致死時間を測定した。

（2） 炭酸カルシユームの浮游粒子は明らかに介の酸素消費量を低下させ，特に6号炭カルでは濃度¼（6万分の1）より著しく低下した。

（3） 鰓の繊毛運動は5号炭カルでは濃度1に於いて，6号炭カルでは濃度¼以上に於いて停止した（第4表，第5表）。

（4） 介殻の開閉運動は5号，8号炭カルでは濃度1に於いて著しく閉殻率が増大したが6号炭カルでは濃度¼以上で影響が現われ，殊に濃度1では著しい刺戟を受けた為か，却つて閉殻率が減少した。

（5） 致死時間は6号炭カルの場合，濃度1，½，¼で夫々平均3.5，4.5，8日であつた。8号炭カルの場合，濃度1，½で夫々14，9日であつた。他の濃度及び5号炭カル並びに対照のものでは本実験の期間内（14日）では健全であつた。

（6） 各炭カルの浮游粒子を濾過した液は，摘出心臓の搏動に影響を及ぼさなかつた。

（7） 以上の実験結果から，浮游炭酸カルシユームの粒子はアコヤガイの鰓に機械的障害を与え，呼吸作用を著しく害し，死に致らせる可能性があると考える。

擱筆するに当り，本研究を援助下され，且つ本文の御校閲を頂いた日本真珠研究所々長松井佳一博士に深謝する。更に，本実験に助力された宗森寛，坂根宏の両氏に，又アコヤガイの使用を許可された山口県外海水産試験場長市村要氏に対し厚く御礼申し上げる。

文　　献

1） COLLIER, A., S. M. RAY, A. W. MAGNITZKY and J. O. BELL : 1953. Effects of dissolved organic substances on oysters, Fishery Bulletin, **84**, 167～185.

2） GALTSOFF, P. S., W. A. CHIPMAN, J. B. ENGLE and H. N. CALDERWOOD : 1947. Ecological and physiological studies of the effect of sulfate pulp mill wastes on oysters in the York River, Vrginia, Fishery Bulletin, **43**, 59～186.

3） 倉茂英次郎：1942. 海水中の浮游土に対する朝鮮産アサリの抵抗性，水産学会報，**9**（1），23～35.

4） 小林　博・松井淳平：1953. アコヤガイの環境変化に対する抵抗性の研究，（1）鰓の繊毛運動に

就いて，農林省水講研報，**3** (2)，123～131.

5) 小林 博：1955. 全上（2）心臓の博動に就いて，農林省水講研報，**4** (1)，95～110.

6) 森 主一：1948. 低圧 O_2 海水中のアコヤガイの呼吸，貝類学雑誌，**15** (1～4)，52～54.

7) NOMURA, S. and G. TOMITA : 1933. A simple method of measuring the mechanical activity of cilia, Jour. Shanghai Sci. Inst., Sec. IV, **1** (1), 29～39.

8) 高槻俊一：1942. 貝の生活，河出書房.

9) 内田一二・菅原兼男・海老原天生他：1955. ヒトデ駆除剤としての消石灰の効果について，日本水産学会講演要旨.

ヌタウナギに関する資源的調査と其考察※

松　沢　定　五　郎

Researchs on *Eptetretus burgeri* (GIRARD)

By
Jōgorō MATUZAWA

A large number of specimens of the fish, *Eptatretus burgeri* (GIRARD) were obtained off Simonoseki in 1949 to 1954 inclusive and subjected to careful examination.

1) A large-sized population fished by pond cage was found composed of individuals ranging from 28～74 cm in body length. An equally large-sized population obtained by long line and "Utase" sein was made up by specimens 36～55 cm in body length.

2) Larger specimens gain in percentage in spawning season (July), and small ones do so in winter.

3) Trend of the ratio of the weight to the body length is parabolic in general. But when the same ratio is scrutized with large-sized population the trend is almost linear.

4) The average for the weight is the largest in May and June, but the smallest in August and September.

5) A class with body length around 50 cm includes a number of supposedly worn-out senile specimens whjch are characterized by having trauslucent integument and muscular tissues, and lightness in weight.

6) Three groups are recognized in the total collection. Group A occupies about 50 % of the total, makes gradual but regularly adjusted growth, and attains in July to a stage with eggs just before maturation, with tiny eggs sparsely set in the ovary. The egg growth rate is nearly the same. Group B is sluggish and irregular in egg growth. Group C is destilude of egg production.

7) The number of eggs ranges 10～118 per individual.

8) The ratio of egg number to boby length of the fish assumes nearly the same trend as given in (3).

概　　要

松原 (1955)[1] によると，邦産メクラウナギの類にはヌタウナギ，ムラサキヌタウナギ，クロメクラ，メクラウナギ，オキナメクラウナギの5種があり，ヌタウナギは本州中部以南の各

※ 水産講習所研究業績　第185号.

地沿海。ムラサキヌタウナギは銚子，高知沖，相模灘クロメクラは相模灘，高知沖，青森以南の日本海，南朝鮮の深海。メクラウナギは相模灘，オキナメクラウナギは南日本に分布すると報告されている。此類は漁業者にとつては害敵で，漁業者はこれを嫌ふ。産卵は殆んど年中行はれる様だが殊に初夏に多い[2]。食用する事は少いが漁村では食用に供す[2]。

筆者は釜山に於いて数年間此の類の利用的調査研究を行つた際の経験によると，クロメクラ及びヌタウナギは同地近海に於いては浅海（4～5尋）にも多量漁獲され，其割合は8～9対2～1位であつた。又ムラサキヌタウナギは朝鮮海峡中央部に於いて漁獲された。

大きさの大体は大の部でクロメクラ40 cm，ヌタウナギ50 cm，ムラサキヌタウナギ80 cm位いであつた。

利用資源としては皮革及食用の二途があり，皮革資源としては其面積の広い事，抗張力の強い事の為に上記の長さの順に喜ばれる。

此皮革事業は大正八年頃朝鮮統営及釜山に於いて，又昭和十四年再び釜山に又長崎県諫早市に於いて行はれ，后新潟県其他に於いても企業化をみた。然し現在は各地共続行されていない。

食用資源としては前記の如く各地漁村では其れを食用する。長崎県平戸町薄香浦ではこれを食うと「汗が出て虱がわく。」と云い釜山の労務者は「腹持ちがよく元気が出る」と称し，本類の食用的特質はよく認識されながら，其の食用は仲々普及しない。此理由は其外観臭味及び粘液並に調理困難等による事が大であると考えられる。

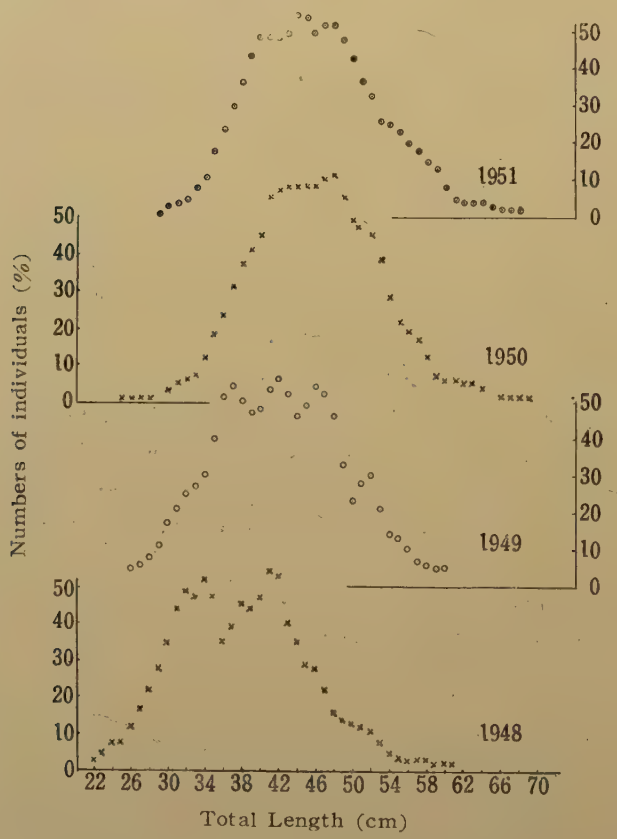


Fig. 1. Range of total length in every year.

要するに本類は皮革食用に二資源として実質的価値を相当有するものと考えられる。がこの資源的生体調査は少ないので，筆者の記録を茲に報告することとした。

資料は次の地区の漁獲物より日々蒐集してこれを計測し，其種別を査定した。此結果はヌタウナギのみで異種の混在をみなかつた。又資料全部は開腹調理して皮革を製造した。

本資料の漁獲物は皆同一で蓋井島(下関港外)近海で，同海では本類の専門的漁業は行はれた事はない。1948年の資料は籠縄漁獲物，1949～1951の間は打瀬網と延縄の漁獲物である。蒐集地区は下関市伊崎町海士郷及吉見町である。

測定結果

（1）体長　体長の分布は1950と1951年のものは酷似する。是に

比べ1949年のものは体長が短かく1948年のものは更にその傾向が強い。体長分布の年別差異は各年に於ける動物群の実態或いは漁法に基因するかを推知する為次の如く追求した。即ち打瀬網物，延縄釣物に付漁獲期と漁獲数の近似せるものを選び集束し凡100分比として第2図を得た。

此図によると，4例共打瀬網物の体長分布は他に比して体長が短い群に偏している事を示している。更に籠縄による漁獲物をも参照して，漁法別体長を考えると，籠縄物最も小さく，延縄釣物は最も大きい事になる。この大小は漁具の構造即ち籠の入口，網目及鈎の大きさが漁獲物の大小に及ぼす影響を考えると当然であろう。従つて前掲の年別差異は動物群の変移によると考えるよりは其漁法に基因すると考える方が妥当であろう。

体長分布は漁法によつても異ると考えられたので本項の調査に当つては同一漁法の資料を摘出する必要があり，茲には延縄釣ものを選んだ。

本図によると，冬期に於ては短体長群の率が多く，夏期即ち産卵期に長体群の率が多い事が見られる。

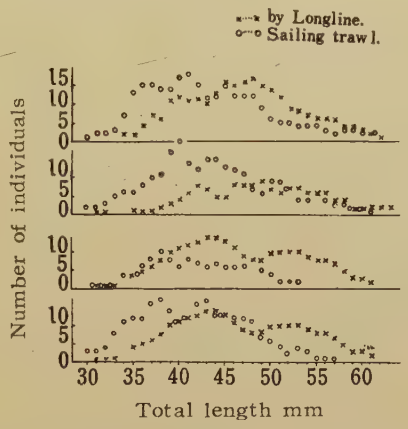


Fig. 2. Variation of total length with different fishing methods

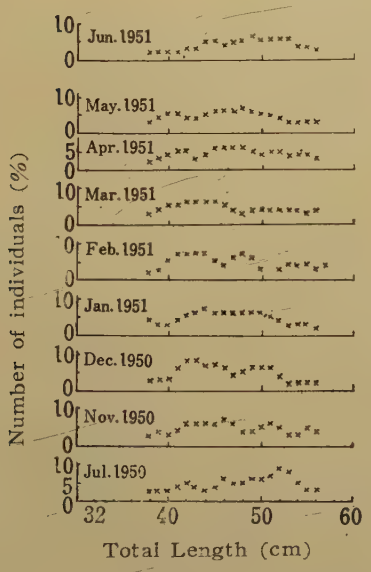


Fig. 3. Range of total length in every month.

（2） **体重**　体長と体重の関係は第4図に示す通りである。1951年3月と4月の資料を漁具別に集束すると第1表の通りであつて，漁具別による体重分布による体重分布の異同はないものとされよう。

体重分布を月別体長別にみると8～9月に於いて体重最も軽く，以後逐月増加して5～6月に最も重くなる。この軽重の変化は生殖腺の成熟及放卵と密接な関係があるようである。

体長が短小なる程其体長に対する体重分布が狭く，長大なる程其が広い。

44 cm，45 cm及51 cmの3体長区に於てのみ体重分布が2山を形している。即ち2系統の資料の現在を示している。此内容は詳でないが然し，是等の調査資料は全部皮革に使用した際に特に注意を惹いた事実がある。即ち50 cm内外の体長区の資料中其の箇体が甚廃せ，皮部には脂肪層を缺き殆んど透明であり，皮質極めて脆弱であつて皮革原料に為し難い，又肉部も同様の傾向があるものが相当数観察された。是等の形態的特徴を約言すれば衰弱である事及此体長区より長大な区分は其の分布数が急激に減少している事の2点から考えて衰弱群と想像されこれが其山を形成しているのではないかとも想察される。

（3） **産卵**　ヌタウナギの産卵は魚類に見られる様な時期的に劃一なものではない。其の抱

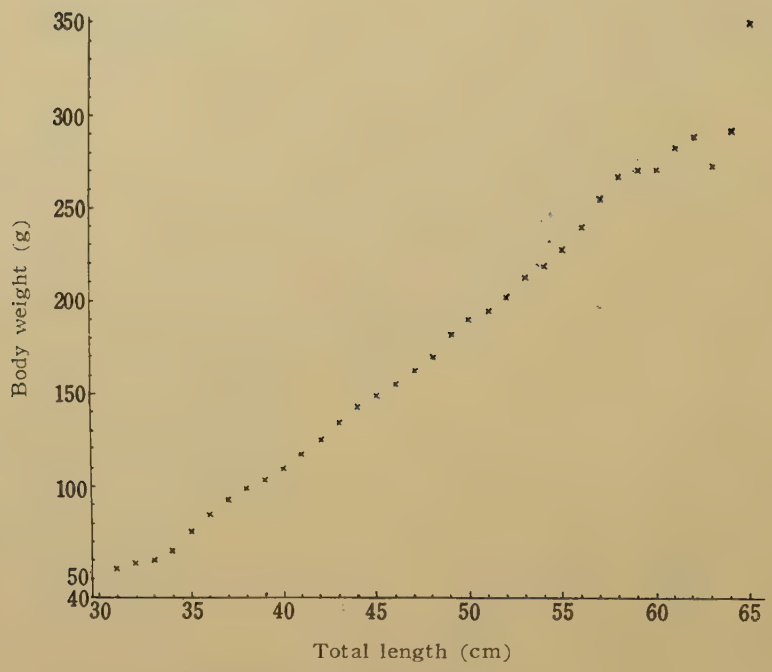


Fig. 4. Relation between body weight and total length.

Table 1. Variation of body weight with different fishing method.

Total length (cm)		27、30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Body weight (g)	Sailing trawl	30	54	55	53	69	70	71	86	92	120	94	111	111	129	152
	Long line	—	—	—	—	—	—	79	97	98	97	98	99	121	123	141

44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	66
145	176	154	167	191	160	218	182	203	253	230	200	240	270	263	257	330	235	410	—	300	—
121	151	158	171	169	186	192	183	204	221	218	238	234	260	251	210	288	280	312	330	303	350

卵状態には3系統が見られる。其1は本調査資料の約50%を占める。10月頃には既に卵巣中に微少卵が形成されて居り爾后逐次肥大して7月には完熟直前の形状となると共に其卵巣中には夥粒又は微少形の卵が形成されている。此系統に属するものの卵の生長は個体別差異が少ない。其2は（比率は調査漏れ）卵の生長6月2日の調査記録によると，卵の長径1.5 mmのものもあり，又6 mmのもの（其1のものは19 mm）があつた。斯様に卵の熟度が甚だ不規則である。其3は（比率も調査漏れ）卵の存在を全く見ないものである。

卵の成熟 1950年12月より翌年7月に至る間に於いて処理した資料中大体標準と見られる卵巣を採取してホルマリン漬として貯蔵し，8月末取出して測定した。本表中51年1月16日の資料は前項其2の系統に属するもので他は全部其1に属するものである。

抱卵個体の出現率は調査資料が時間的に連続せず，又微少卵の存否を記載しなかつた為其2系統のものは無視する結果となつた。抱卵個体の出現率は4，5，6，及7の各月に於いては

Table 2. Maturing of egg.

Date	Egg		Notes
	Diameter (Long axis,mm)	Weight (g)	
Dec. 4, '50	5	0.01	The eggs are white in colonr, spindle in shape.
〃 28, 〃	5.5	0.015	〃
Jan. 1, 〃	7	0.02	〃
〃 16, 〃	23～25	1.34	Ripe eggs, with bundle of thread, brownish yellow in colour.
〃 31, 〃	8	0.04	white in colour spindle in shape.
Feb. 8, 〃	9～11	0.06	〃
Mar. 9, 〃	11	0.08	〃
Apr. 7, 〃	13	0.13	〃
May. 16, 〃	16	0.28	〃
Jun. 2, 〃	19	0.4	〃
Jul. 7, 〃	19	0.55	〃

Table 3. Appearance of spawning individuals.

Total length (cm)	Jul. '49		Aug. '49		Sept. '49		Apr. '51		May '51		Jun. '51	
	Whoㅣl numbers	Number of spawning sample	Whoㅣl numbers	Number of spawning sample	Whoㅣl numbers	Number of spawning sample	Whoㅣl numbers	Number of spawning sample	Whoㅣl numbers	Number of spawning sample	Whoㅣl numbers	Number of spawning sample
26	2	…	1		…	…	…					
7	1	…	…		2	…	…					
8	1	…	…		2	…	…					
9	3	1	1		2	…	1					
30	7	…	…		3	…	2		1	…		
1	5	1	1		1	…	3		2	…		
2	5	1	2		1	…	3		1	…		
3	9	2	2	1	3	…	6		4	1		
4	5	4	3	1	4	…	6	4	4	…	1	
5	7	3	1	…	4	…	6	5	22	9	2	
6	18	11	1	1	5	1	9	4	16	7	1	
7	7	6	4	…	3	…	13	3	26	12	2	
8	11	7	3	…	4	…	12	6	20	8	3	1
9	6	4	3	…	2	…	20	11	23	15	2	1
40	13	9	3	1	3	1	30	16	30	16	2	2
1	9	9	3	1	2	…	19	9	30	16	3	1
2	12	9	…	…	2	…	15	8	27	12	5	2
3	3	2	4	3	1	…	24	11	16	8	3	1
4	4	3	…	…	1	…	15	13	29	15	4	2
5	4	3	2	1	4	…	22	12	39	21	12	10
6	11	9	2	1	1	…	19	8	18	10	3	2
7	6	4	1	1	2	…	21	13	28	19	13	7
8	4	4	1	…	2	1	18	6	27	13	11	4

9	2	2	1	1	1	…	13	5	27	13	11	9
50	4	2	…	…	1	…	16	7	20	8	9	5
1	…	…	3	1	1	…	17	9	18	9	7	5
2	2	1	2	1	1	1	15	6	14	7	8	4
3	…	…	1	1	1	…	9	3	10	8	9	4
4	…	…	…		…	…	12	5	5	3	7	4
5	…	…	1		…	…	11	5	8	2	4	4
6	1	…	…		1	1	7	3	11	7	5	2
7	…	…	…		…	…	8	4	6	3	4	2
8	…	…					5	4	7	2	1	…
9	…	…					4	2	4	2	5	3
60	1	1					3	3	4	1	2	…
1	…	…					2	1	3	1	…	…
2	…						2	1	3	…	…	…
3	…						2	…	…	…	1	…
4	…						3	2	3	1	1	1
5	…						…	…	1	1	1	…
6	…						…	…	…	…	1	…
7	…						1	…	1	…	…	…
8	…										1	1
%	100%	54%		33%		1%		48%		49%		53%

50%内外であるが8月に入ると30%に減り，9月に至れば更に急減して1%となる。此現象は8月に産卵が開始して9月に終了する事，或いは産卵群が他の海域に移動する事の何れかを示すものであろう。

抱卵と体長との関係を見ると，抱卵個体の最小体長は26 cmであるが33 cm以下の抱卵個体は通計して10%以下である。34cm以上に於いて抱卵個体の出現率が急増している。体長と卵数との関係は第5図の通りで抱卵数は10乃至118である。又卵数と体長の関係は体重と体長とのそれと似ている。

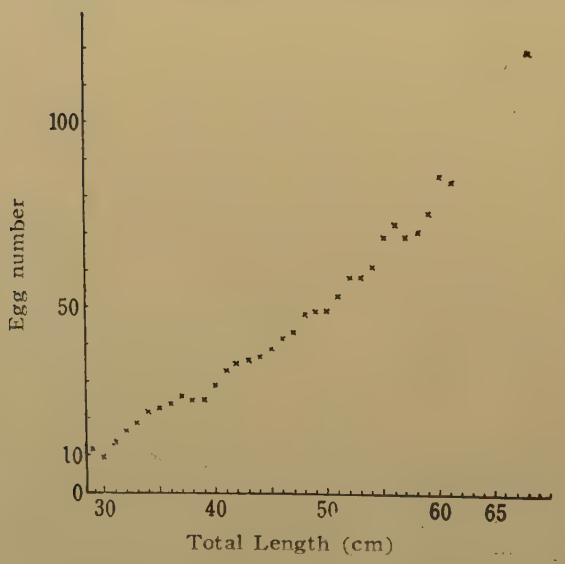


Fig. 5. Relation between egg number and total length.

餌料　籠繩及延繩釣漁獲物の消化器の内容は漁獲に用いた餌以外は常に泥状物であつて，其の元を確め得なかつた。打瀬網漁獲物の消化器中には生鮮の魚類が原形のまま存在するを常とした。其魚名を列記すると仔ガレイ，仔コチ，仔スルメイカ，コブイカ，シバエビ其他で要するに打瀬網漁獲物と同一のものである。即ち網中に侵入して其漁獲物を摘食したものと考えられる。

Table 4. Relation between total length and egg number

Total length	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Egg number (Average)	12	—	10	15	16	19	23	21	25	26	25	23	30	34	32	40	34	40	42	48	45	54

Total length	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	68cm
Egg number (Average)	43	55	59	58	56	73	73	68	67	77	92	80	—	84	118

（5） 要 約

1） 本資料の体長は 28 cm～55 cm間のものが多いが其体長は漁法によつて異り，その順は〔延繩釣〕＞〔打瀬網〕＞〔籠繩〕である。

2） 本漁場に於いては夏期即ち産卵期に長大群の率が多く，冬期に短少群の率が多くなる。

3） 体長と体重の比は全体としては三次式を又多数群の区分は一次式に近い関係を示す。

4） 体重は5～6月頃最も重く，8～9月頃最も軽い。

5） 体長 50 cm 内外の区分に於いて老衰群と想定されるものが観察された。

6） 抱卵状態には三型が認められた。

7） 抱卵体長は大体 34 cm 以上である。抱卵数は 10～118 箇で卵数と体長の比は体重と体長の比に似ている。

8） 餌は打瀬網漁獲物のみ明らかで他は解明し得なかつた。

文 献

1） 松原喜代松：1955. 魚類の形態と極索.

2） 田中茂穂：1954. 動物図鑑，p. 529.

昭和30年12月17日印刷　下関市吉見永田本町1944番地
昭和30年12月20日発行　農林省水産講習所
（非売品）
下関市長崎町2281番地
印刷所　瞬報社写真印刷株式会社
印刷者　藤田永之進